



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní



Návrh metodiky pro určení hranice diskomfortu pro běžecké legíny

Diplomová práce

Studijní program: N3957 – Průmyslové inženýrství

Studijní obor: 3911T023 – Řízení jakosti

Autor práce: **Bc. Ivana Mrkvičková**

Vedoucí práce: doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering



Design of methodology to measure the comfort range of running tights

Master thesis

Study programme: N3957 – Industrial Engineering

Study branch: 3911T023 – Quality Control

Author: **Bc. Ivana Mrkvičková**

Supervisor: doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ivana Mrkvičková**
Osobní číslo: **T15000476**
Studijní program: **N3957 Průmyslové inženýrství**
Studijní obor: **Řízení jakosti**
Název tématu: **Návrh metodiky pro určení hranice diskomfortu pro běžecké legíny**
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Provedte rešerši týkající se komfortních vlastností běžeckých legín. Zaměřte se na vlastnosti spojené s termofyziologickým komfortem.
2. Navrhněte experiment pro měření vlivu vlhkosti na vlastnosti spojené s termofyziologickým komfortem.
3. Výsledky experimentu analyzujte. Na jejich základě určete hranici diskomfortu.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 50 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. HAVLÍČKOVÁ, L. a kolektiv: Fyziologie tělesné zátěže I. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2004. ISBN 80-7184-875-1
2. HES L., SLUKA P.: Úvod do komfortu textilií. Skriptum TU Liberec, 2005, 109 s. ISBN 80-7083-926-0
3. JÁNSKÝ, L.: Vývojová fyziologie - I. Základy termoregulace. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, n. p., 1990. ISBN 17-198-90

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.

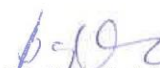
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání diplomové práce: 16. října 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 7. prosince 2018



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2018

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem svým blízkým za podporu a trpělivost. Zázemí, které mi bylo po dobu studia i během psaní této práce k dispozici, bylo opravdu zásadní a velmi potřebné. Obrovské poděkování si zaslouží můj partner, který mi byl oporou po celou dobu studia.

Díky patří také mému vedoucímu doc. Ing. Ph.D. Bajzíkovi, který mi během psaní poskytl potřebnou zpětnou vazbu. Ráda bych také poděkovala Ing. Petrovi Slukovi, jehož konzultace byly velmi podstatné při tvorbě práce.

ANOTACE

Práce je věnována problematice analýzy komfortních vlastností dámských běžeckých legín pro jejich uživatele. První část práce vysvětluje základní pojmy textilního a fyziologického odborného rámce. Druhá, obsáhlejší část práce se zabývá hodnocením textilií a zjišťováním hranice komfortu s ohledem na simulaci skutečných podmínek během užívání. Práce navrhuje alternativní metodiku, která pomůže určit hranice komfortu nejen běžeckých legín.

Klíčová slova

běžecké legíny, komfortní vlastnosti, hranice komfortu, metody měření

ANNOTATION

This dissertation is dedicated to the issue of ladies running tights comfort properties analysis for their wearers. The first part explains basic textile related and physiologic terms. The second, more extensive part looks into textiles assessment and determination of the comfort range considering real use simulation. The dissertation proposes an alternative methodology to aid the comfort range measurement of not only running tights.

Keywords

running tights, comfort properties, comfort range, measure methodology

Obsah

1.	Úvod.....	10
2.	Teoretická část.....	12
2.1	Fyziologická část.....	12
2.1.1	Termoregulace.....	13
2.2	Textilní část.....	15
2.2.1	Funkční oděvy.....	16
2.2.2	Textilní materiály.....	17
2.2.3	Plošné textilie.....	19
3.	Praktická část.....	21
3.1	Charakteristika vzorků.....	21
3.2	Primární měření.....	28
3.2.1	Testování legín za sucha v suchém stavu.....	29
3.2.2	Testování legín za vlhka – simulace potního impulzu.....	34
3.3	Sekundární měření.....	39
3.3.1	Měřicí metoda I.	41
3.3.2	Měřicí metoda II.	47
3.3.3	Metoda II – opakované měření.....	52
3.4	Vyhodnocení experimentu.....	55
4.	Závěr.....	67

Seznam symbolů a zkratk

%	procento
μ	mí
$^{\circ}\text{C}$	stupně Celsia
b	tepelná jímavost
cca	přibližně
Cm	centimetr
ČR	Česká republika
H	hypotéza
h	tloušťka [mm]
ISO	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)
l	litr
m	hmotnost [g]
ml	mililitr
mm	milimetr
Nm	nanometr
PA 6	Polyamid 6
PA 6.6	Polyamid 6.6
r	plošný odpor vedení tepla
t	teplota [$^{\circ}\text{C}$]
Tzv.	tak zvaný
Vč.	včetně
α	alfa
Λ	lambda

1. Úvod

Pohyb a v různých podobách i sport je od pradávna nedílnou součástí lidských životů. Ačkoliv v minulosti jsme jej vykonávali bezděčně, dnes jde o cílenou aktivitu konanou převážně za účelem péče o zdraví. S oblibou sportu roste také poptávka po oděvech, které splňují konkrétní požadavky na užívání – funkčnost, komfort, trvanlivost a v poslední řadě také design.

Samostatnou disciplínou pro udržení dobré fyzické i duševní kondice je běh. Oděv na běh je na trhu nabízen v nepřeberném množství materiálů, barev i střihů. Výrobci se předbíhají, kdo nabídne atraktivnější zboží. Běžecské legíny lze považovat za tu část oděvu, která je vybírána velmi pečlivě s ohledem na její vlastnosti a druh užití. Z pohledu pohlaví jsou větší nároky na kalhoty kladeny od žen, proto je na ně práce zaměřena.

Vlastnosti, které jsou pro funkčnost legín jedněmi z nejzásadnějších, jsou především ty komfortní, konkrétně jde o komfort senzorický během užívání. Práce se proto soustředí právě na toto téma. Prostřednictvím laboratorních zkoušek je zjišťováno, jak se komfort během užívání mění a zda to má vliv na uživatele. Přičemž je kladen důraz na snahu o přiblížení se reálným podmínkám užívání pomocí testů.

Teoretická část práce se věnuje definování základních pojmů a dějů souvisejících s výzkumem. Nejprve je třeba charakterizovat vlákenné suroviny a plošné textilie, které se na trhu objevují. Dále je do teoretické části zařazeno také vysvětlení základních procesů odehrávajících se v těle během fyzické aktivity a vlivů, které stav ovlivňují. Tyto znalosti jsou následně využity pro stanovení postupu měření a jeho hodnocení.

Praktická část je rozdělena na tři oddíly. Nejprve bude testováno sedm vzorků kalhot, které jsou výrobci označovány jako dámské legíny určené pro venkovní běh. Tyto budou analyzovány pomocí přístroje Alambeta v suchém stavu a s pomocí smáčecí zkoušky. Na základě výsledků budou následně zvoleny dva vzorky, které mají nejodlišnější výsledky. K výběru těchto vzorků poslouží známková metoda. Vybrané vzorky budou potom podrobeny dalším testům pro zjištění bodu, ve kterém legíny zásadně změní své vlastnosti. Vše je řešeno s ohledem na fyziologické podněty těla uživatele. K zajištění cíle práce budou použity dvě odlišné metody měření, z nich jedna je zároveň experimentem pro přesné určení hranice komfortu. Součástí práce je také

vyhodnocení použitých metod a návrh metodiky pro vhodnější zjišťování hranice komfortu. Výsledky a postupy by měly poskytovat podklady pro možné budoucí šetření.

2. Teoretická část

Tento oddíl je zpracován jako souhrn základních pojmů a souvislostí, které celkově utvářejí odborný podklad pro řešení celé práce. První, fyziologická část je zaměřena na lidské tělo a jeho fungování z pohledu procesů souvisejících s termoregulací a vlivů, jež ji ovlivňují. Následuje definování základních pojmů textilních, které upravuje příslušná kapitola. Zde jsou charakterizovány textilní materiály a používané plošné textilie.

2.1 Fyziologická část

Během pohybové aktivity se v lidském těle odehrává řada mechanických a chemických procesů, které nám pohyb umožňují. Dochází ke zvýšení aktivity metabolických dějů, a to prostřednictvím nervových a humorálních regulací. Další děje se týkají nervosvalového a kardiorepiračního systému. Pro zajištění těchto potřeb jsou ve vzájemné koordinaci další orgány a funkce, vč. dýchání [1]. Tyto procesy slouží k udržení stálého vnitřního prostředí.

Člověk, jakožto savec, se řadí do kategorie homoiotermních organismů, které dokážou udržovat stálou teplotu vnitřního prostředí v rozmezí 36 až 37 s odchylkou 4 °C. Teplota těla závisí na vnitřních i vnějších vlivech, jejichž působení vyvolává změny v řadě chemicko-fyzikálních procesů. Optimální teplota okolí pro jedince je za klidových podmínek 28 °C, s rostoucí aktivitou se doporučuje teplota okolí nižší [1]. Bohužel za reálných podmínek tréninku toho nelze dosáhnout, teploty často kolísají a na tělo navíc působí další přírodní vlivy.

Reakce organismu ovlivňuje spousta faktorů – věk, pohlaví, biorytmy, výživa, nefyziologické aspekty (sociální, ekonomické, psychosociální), okolní prostředí (teplota, vlhkost, tlak) aj. [1]. Během fyzické zátěže se zvyšuje svalový metabolismus, následkem toho ve svazech vzniká 15 až 20x více tepla než při běžné aktivitě. Teplo se v těle nejvíce kumuluje v játrech a také v srdci, ledvinách a mozku. Díky proudění krve v těle lze udržet lidské tělo v přibližně konstantní teplotě. Na základě znalosti tohoto procesu je možné říci, že krev v organismu distribuuje teplo po těle – z míst se výšnou koncentrací tepla jej rozvádí do míst, které jsou naopak chladnější. Tato reakce je možná díky termoreceptorům – jedná se o nervové buňky, které intenzivně reagují na změny teploty

tkání prostřednictvím frekvencí elektrických nábojů. Tyto receptory můžeme dělit na chladové a teplové a jsou umístěny na různých částech těla – větší množství se nachází na periférii těla a jedná se o chladové receptory (reagují na chladové podněty). Jejich velikost je menší než 1 mm² a nejvíce jich lze najít na obličeji (16 až 19 chladových bodů na 1 cm²) [2]. Na stehnech lze potom najít až 5 chladových bodů na 1 cm² chodilo má 3 až 4 chladové body na 1 cm². Správné řízení tepla je žádoucí pro dosažení vyššího výkonu, a pokud dochází k zahřívání po delší časový úsek, začne organismus uplatňovat mechanismy fyzikální termoregulace, aby nedošlo k přehřátí.

2.1.1 Termoregulace

Ladislav Jánský ve svém díle vysvětluje [2]: „*Termoregulace představuje složitě řízený systém, který udržuje teplotní rovnováhu na základě interakcí signálů z mnohočetného vstupu. Tyto interakce se mohou změnit podle fyziologického stavu organismu a podle situace v okolním prostředí.*“

V případě, že člověk začne s tělesnou aktivitou, dochází nejprve k přesunu krve k činným orgánům (svalům) a ke zúžení cév. Na začátku činnosti dojde k poklesu kožní teploty. Postupem času však teplo proniká k povrchu těla a cévy se rozšiřují. Tento vzestup teploty organismu je ještě v průběhu procesu jednou pozastaven, a to s nástupem odpařování [1]. Za takový „termostat“ pro řízení termoregulace organismu lze považovat hypotalamus, který zpracovává signály o změnách teploty v organismu [3]. Termoregulaci organismu silně ovlivňuje oděv, díky kterému dochází k prostupu tepla a vlhkosti. Oděv takto napomáhá k větší účinnosti principů termoregulace. Přenos vlhkosti je možné popsat pomocí evaporace. Přenos tepla vedením potom více přibližuje principy působení tepla na organismus. Jako další z možností přenosu tepla známe ještě proudění a sálání.

PŘENOS VLHKOSTI

Pocení

Pokud už k odstranění tepla nestačí mechanismy fyzikální termoregulace, tělo začne s odpařováním potu (evaporací) [1]. Přeměna vody ve vodní páru vyžaduje energii z prostředí, dochází k přesunu velkého množství tepla, pro které je třeba 2,45 kJ/g vody. Nejvíce je přeměna ovlivněna rozdílem parciálního tlaku vodní páry na kůži a ve vzduchu, a nepřímo závisí na vlhkosti vzduchu [2]. Velký vliv na množství odpařené vody má teplota okolního prostředí – při nízké teplotě jsou ztráty tepla do okolí cca 10 %, naopak při vysokých teplotách je vypařování vody intenzivnější. Je zde ale třeba rozlišit, zda se teplo ztrácí povrchem těla či v důsledku dýchání. Pro efektivnější snížení teploty jádra je účinnější dýchání, jelikož povrch těla je závislý na vlivech okolí – zmiňovaná teplota, a také zda je teplo vypařováno do vzduchu či „do oděvu“ [2]. Při pohlcení vodních par do oděvu je regulace teploty evaporací nejméně účinná vzhledem k tomu, že oděv brání prostupu tepla, a tím se ztrácí chladicí účinek pro organismus.

Mimo proces pocení během sportovní aktivity důsledkem termoregulace organismu ještě tělo provádí permanentní výdej vody kůží (nazývaný perspiratio insensibilis), který činí asi 20 % z celkového výdeje tepla. Jde o množství cca 600 až 800 ml za 24 hodin [3].

PŘENOS TEPLA

Proudění

Pro tento způsob přenosu tepla je typický pohyb molekul tekutiny nebo plynu. V lidském organismu probíhá proudění tepla uvnitř, a to hlavně pohybem krve, dále při přenosu tepla do prostředí (ten je však možný pouze za podpory kondukce přes hraniční vrstvu neproudícího vzduchu) [2]. Přenos tepla tímto způsobem do prostředí je nejvýznamnější [4]. Přenos vodních par, a tedy odvod vlhkosti z povrchu těla je zajištěn díky pocení.

Vedení

Tento způsob přenosu tepla nastává v okamžiku dotyku těla s látkami jiného charakteru (ať jde o pevné, kapalné, či plynné skupenství). Při hlubším zkoumání je patrné, že k přenosu tepla dochází díky kinetické energii mezi sousedícími molekulami. Dalšími parametry, které ovlivňují přenos tepla vedením, je schopnost vést teplo a velikost vodivé plochy. Přenos tepla vedením je přímo úměrný tepelné vodivosti, a proto můžeme říci, že nevodivé podněty zabraňují ztrátám tepla – izolují, což je zásadní informace při vývoji funkčních oděvů [2]. Pokud je tento princip aplikován v kontextu lidského organismu, lze se setkat s přenosem tepla vedením při kontaktu těla s okolím, například s oděvem či obuví, zemí, nábytkem atd. Tímto přenosem tělo vydá 5 % tepla.

Sálání

Přenos tepla nastává za předpokladu, že všechny předměty, které mají teplotu vyšší než absolutní nula, vydávají elektromagnetické záření, které se přeměňuje na energii. Tyto předměty mohou ze svého okolí záření také přijímat. Pro představu – lidské tělo vydává záření odpovídající středu infračerveného spektra (10000 nm) [2]. Nicméně viditelné světlo leží mezi 450 až 700 nm, proto lidské záření není vidět.

2.2 Textilní část

S rostoucí popularitou běhu a sportu obecně jsou kladeny také větší nároky na sportovní oděvy nejen mezi profesionálními, ale i mezi rekreačními uživateli. Pokud se podíváme do historie, první sportovní outdoorové oblečení je zaznamenáno už ve 40. letech 20. století. Přišli s ním vědci ze Shirley institutu v Manchesteru, kteří vyvinuli Ventile. Jedná se o tkaninu, ze které byla vytvořena kombinéza pro přežití v oceánu. Tato tkanina byla využívána pro letce RAF, kterým o 80 % zvýšila naději na přežití (při ztroskotání do oceánu). Sportovní aktivity, stejně jako sportovní oděvy můžeme rozdělit na rekreační a profesionální (zajišťuje nejen komfort při sportu, ale také zlepšuje výkon) [5]. Pro účely práce bylo však zvoleno dělení podle prostředí užití.

2.2.1 Funkční oděvy

Aby bylo možné textilní oděv nazývat funkčním, musí vyhovovat fyziologickým projevům organismu, a tím pádem být i vyroben z materiálů, které toto splňují. Dalším požadavkem na funkční oděvy je jejich dobrá konfekční zpracovatelnost a zároveň takové pohodlí, aby nebránily ve výkonu práce či sportu [6]. Jeho hlavním úkolem je odvod přebytečného potu od těla a případně jeho předávání další vrstvě oblečení, nebo odpaření vlhkosti do vzduchu. Dalšími požadavky jsou komfort při nošení, použití nealergických materiálů a oděvy pro využití v zimním období také musí zlepšovat tepelnou izolaci a mikroklima kolem pokožky. Do některých materiálů jsou navíc přidávány antibakteriální látky pro zpomalení nebo zastavení růstu mikrobů a plísní uvnitř prádla [5]. Funkční oděvy lze také rozdělit podle prostředí využití, tedy indoor a outdoor. Tyto oděvy jsou také specifické svým charakterem. Pro různé klimatické podmínky jsou oděvy konstruovány tak, aby bylo dosaženo co nejlepších vlastností s ohledem na použití.

Samotná diplomová práce je potom zaměřena na dámské sportovní legíny pro běžecký outdoorový trénink. V obchodech, v terminologii výrobců, můžeme nalézt označení funkční prádlo, do kterého se díky svým vlastnostem řadí také běžecké kalhoty. Obecně lze dámské oděvy dělit stejně, jak bylo zmíněno výše – indoor, outdoor, dle klimatických podmínek atd. Aktuální situace na trhu však nabízí ještě další dělení, a to podle konkrétní aktivity s důrazem na estetické vlastnosti – barva, střih, velikostní škála. Do dámského prádla je přidáván elastomer, který má deformační schopnosti s cílem „vylepšení postavy“ [6].

Každý oděvní výrobek má určité vlastnosti, které udávají jeho využití v praxi [6]. Právě to je základem dělení sportovních oděvů dle použití – pro venkovní sporty letní a zimní a také pro sporty sálové.

2.2.2 Textilní materiály

Na trhu se v současné době nabízí nepřeberné množství oděvů, které se označují jako funkční prádlo. Z větší části se vyrábí ze syntetických materiálů, jako jsou polyamid či polyester, své místo zde ale stále mají také přírodní materiály, jako jsou vlna či bavlna. Zde je ale důležité zmínit, že konkrétní materiál je použit s ohledem na využití výrobku – vlnu najdeme převážně u oděvů pro turistiku a do extrémních podmínek, bavlnu například jako oděv pro sport s velkým důrazem na pohodlí uživatele, jako je jóga.

SYNTETICKÁ VLÁKNA

Syntetické materiály jsou polymery vyrobené syntetickou cestou [7]. Takto vyrobené funkční oděvy mají svá pro i proti. Jednou z jejich předností je cena a trvanlivost, naopak pro vybrané jedince mohou být některé výrobky značně nepříjemné na omak a při nedodržení požadované údržby či delším nošení mohou začít zapáchat. Tyto materiály jsou specifické využitím tvarových vláken, demonstračním příkladem užívání může být firma Moira, která se specializuje na tyto textilie, které díky použité vazbě vláken udržují tělesné mikroklima [5]. Na trhu však existuje velké množství dalších možností se specifickými vlastnostmi.

Polyamidová vlákna

Tato vlákna na trhu najdeme v řadě provedení, nejznámější je PA 6 a PA 6.6. Jsou vyráběna z granulí zvláknováním do šachty s různými průřezy, vč. Mikrovláken. Na trhu je známo mnoho možností zpracování polymeru – monofil, multifil, kabílek atd. Toto jeho zpracování spolu s konkrétním tvarem průřezu udává polyamidu jeho vlastnosti. Jedná se o termoplastická vlákna, a proto je potřeba je tepelně fixovat. Používá se také jako směsová komponenta s přírodními vlákny. Jsou snadno udržitelná, tvarově stálá. U nás je nejčastěji produkován PA 6 pod názvem Silon [7].

Pro výrobu plošných textilií se používá multifil o jemnosti 1,7 - 840 tex (záleží na konkrétním způsobu využití). Polyamidová vlákna jsou schopna zadržet 9 - 12 % vody. Přednostmi těchto vláken jsou odolnost vůči opakovanému namáhání a v oděru, pružnost, nízká bobtnavost vláken 2,5 - 2,7 % (díky tomu vlákna rychle schnou) a nízká měrná hmotnost. Jako negativa těchto materiálů lze označit nízkou odolnost v krutu, malou odolnost vůči vysokým teplotám a slunečnímu záření a nízkou navlhavost [8]. V kontextu funkčního oděvu je však nízká navlhavost zároveň dobrou i špatnou vlastností – záleží na typu vlhkosti, zda jde o příjem vody z okolí či v kontextu odvodu vlhkosti od těla.

Polyesterová vlákna

Patří mezi nejrozšířenější používaná vlákna, také proto byly vyvinuty zvláknovací trysky, jejichž cílem je tvorba vlákna o určitém profilu. Cílem takové výroby je vytvořit vlákno napodobující svým tvarem i povrchem vlákno přírodní [7]. Důvodem je dosažení vlastností, kterými disponují přírodní materiály.

Polyester vzniká výrobou z polykondenzátu zvlákněného z taveniny do šachty. Často se používá ve směsích s bavlnou, vlnou či viskózou. Jeho předností je tvarová stabilita a snadná údržba, naopak za negativa lze označit fibrilace, které končí žmolkovitostí. Kvůli špatné sorpci vzniká elektrostatický náboj, přitahuje prach a tím je výsledný oděv i špinavější [7]. Polyesterová vlákna mají nízkou tepelnou vodivost. Navlhavost těchto vláken je ještě nižší než u polyamidu (0,3 - 0,4 %), nicméně obecně je tento materiál odolnější vůči oděru, vyniká svými mechanickými vlastnostmi, lépe odolává teplu a slunečnímu záření. Bohužel má polyester také vysoký stupeň žmolkovitosti a poměrně vysokou měrnou hmotnost [8].

Polyuretanová vlákna

Obecně nazýváme polyuretanová vlákna elastomery. Aktuálně známe dva druhy vláken – polyuretanové a segmentové, oba však mají kruhové průřezy. Pro výrobu lze využít tři typy zvlákňování – z roztoku do horkovzdušné komory, do lázně nebo reaktivním zvlákňováním. Tato vlákna najdeme u elastického prádla, sportovních úborů nebo jako komponenty do strečových tkanin. Díky své vysoké pružnosti nahrazují pryžová vlákna [7].

Ačkoliv nepřekonaný je v tomto směru přírodní vulkanizovaný kaučuk (je schopen deformace a úplného zotavení až k hranici 400 %), synteticky vyráběná polyuretanová vlákna již svými vlastnostmi plně zastoupí funkci elastické komponenty v materiálu [8]. Nevýhodou však stále zůstává doba zotavení materiálu v závislosti na náročnosti užití textilie.

2.2.3 Plošné textilie

Pro využití na sportovních oděvech lze najít tkaniny a pleteniny a pro určité vrstvy také netkané textilie. Stejně jako v oděvním průmyslu obecně, tak i pro sportovními oděvy jsou více rozšířené pleteniny oproti tkaninám.

TKANINY

Asi nejznámější tkaninou používanou pro sportovní odvětví je rip-stop, jejíž hlavní předností je odolnost oděru a přetrhu. Lze ji najít při výrobě bund či plachtovin na stany [5]. Pro oděvy je však více využívána tkanina softshell. Jde o textiliu syntetického původu, která je výjimečná svými vlastnostmi. Je určena pro outdoorové použití díky své voděodolnosti a ochraně proti větru. Jedná se o vrstvenou textiliu určenou do proměnlivých klimatických podmínek, vyniká také svou měkkostí.

PLETENINY

Jedná se o plošnou textilií vyrobenou provázáním jedné nebo více soustav nití formou oček. Taková soustava má vliv na vlastnosti. Pleteniny dělíme na zátažné a osnovní, přičemž každá se liší ve způsobu výroby. Zatímco zátažná pletenina je vyrobena z příčné soustavy nití (nit probíhá ve směru řádku), osnovní pletenina je z podélné soustavy nití (nitě prochází ve směru sloupků). Každá pletenina má charakteristické vlastnosti. Pro zátažné pleteniny je to vysoká tažnost, pružnost a měkkost, což je dáno tvarem oka. Naproti tomu osnovní pletenina je méně tažná, ale lépe odolná v oděru, méně kroutivá a mačková [9].

3. Praktická část

Tento oddíl práce je zaměřen na charakteristiku vybraných textilií, různé metody měření komfortních vlastností a jejich analýzu vzhledem k nastaveným cílům práce. V první části jsou popsány jednotlivé vybrané vzorky z pohledu materiálového složení a jejich funkce udávané prodejcem. Následují stručné informace o výrobcích šetřených legín. Tato kapitola také obsahuje definici běžného uživatele legín. Následuje měření a hodnocení komfortních vlastností v laboratorním prostředí, a to v suchém i vlhkém stavu (pomocí simulace potního impulsu) s cílem nalézt odlišnosti v jednotlivých vzorcích. Tato část práce je nazvaná primární měření. Druhá část spočívá v detailnějším zkoumání a měření vzorků v kontextu simulace skutečných podmínek užívání a nalezení hranice komfortu u dvou nejvíce odlišných vzorků. Zjištěné výsledky jsou v posledním oddílu práce hodnoceny. Na jejich základě je vytvořen návrh modelu pro nalezení hranice komfortu s ohledem na simulaci skutečných podmínek užívání.

3.1 Charakteristika vzorků

Aby bylo možné porovnávat a stanovit co nejpřesněji hranici komfortu pro běžecké legíny, bylo zapotřebí provést výběr vzorků pro testy na základě nákupních preferencí zákazníků. Průzkum byl proveden ústní formou dotazování cílové skupiny uživatelů. Pro účely práce šlo o cílovou skupinu žen, které lze zařadit do kategorie rekreačních sportovců a fitness trenérů, ve věku 20 až 35 let. Na základě zjištěných informací bylo vybráno 7 vzorků běžeckých legín různých prodejců, které jsou běžně k dostání na českém trhu. Pro testy byly od každého zvoleného prodejce vybrány kalhoty s velmi podobným nebo shodným materiálovým složením. Je také důležité zmínit, že všechny vybrané legíny jsou výrobcem definovány jako kalhoty určené pro běh. Konkrétní materiálové složení, užitá vazba a plošná hmotnost jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1 – Parametry testovaných legín

Obchodní značka kalhot	Druh vazby	Materiálové složení [%]	Plošná hmotnost Ms [g/m ²]
Kari Traa	Jednolícní zátažná pletetina	89% Polyester, 11% Elasthan	293,14
Litex	Jednolícní zátažná pletetina	92% Polyester, 8% Elastane	387,43
Craft	Interloková zátažná pletenina	88% Polyester, 12% Elastane	358,39
Eleven	Interloková zátažná pletenina	100% Polyester	313,45
Adidas	Interloková zátažná pletenina	89% Polyester, 11% Elasthan	415,99
Nessi sport	Interloková zátažná pletenina	89% Polyester, 11% Elasthan	366,28
Nike	Jednolícní zátažná pletetina	86% Polyester, 14% Elastane	420,95

Následující přestavení výrobců zkoumaných legín obsahuje mimo jiné také pořízené fotografie lícní a rubní strany užitě vazby na legínách a snímek celých kalhot. Důvodem pořízení snímků je snaha o demonstrativní představení testovaných vzorků čtenářům.

Nessisport

Jde o značku, která vznikla v Polsku a specializuje se na sportovní oděvy pro indoorové i outdoorové využití [10]. Její přednosti jsou zvláště ve využití stříhů a švů, které zajišťují vysoký komfort uživatelům. Firma se specializuje na dámský sortiment určený pro sportovní účely. Vyrábí nejen krátké a dlouhé kalhoty, ale také trika mikiny či doplňky jako jsou čelenky, čepice nebo rukavice. Díky svým pestrým a nevšedním vzorům, které jsou každý rok představovány v nové kolekci, má tento výrobce mnoho uživatelů také v řadách fitness trenérů.



Obr. 1 – Logo Nessisport [10]



Obr. 2 – Lícní a rubní strana Nessisport pod makroskopem



Obr. 3 – Legíny značky Nessisport

Eleven



Obr. 4 – Logo Eleven [11]

Výrobce na svých webových stránkách uvádí [11]: „Naše portfolio produktů, které prochází neustálou inovací, zahrnuje cyklistické dresy, kalhoty, kombinézy, vesty, bundy, návleky, čepice, ponožky a celou řadu dalších výrobků a doplňků.“ ELEVEN Sportswear patří k předním českým výrobcům zakázkového sportovního oblečení a doplňků pro cyklistiku, triatlon, běh, atletiku, běžecké lyžování i volný čas. Na trhu tato firma působí již více než 11 let. Nyní se kromě klasického prodeje specializuje na zakázkovou výrobu pro jednotlivce, firmy či sportovní kluby. Tento výrobce pochází ze severu ČR, nicméně distribuuje také do dalších zemí – Německa, Francie nebo Slovenska.



Obr. 5 – Lící a rubní strana Eleven pod makroskopem



Obr. 6 – Legíny značky Eleven

Litex



Obr. 7 – Logo Litex [12]

Společnost Litex se pyšní označením tradiční česká značka, která poskytuje svým zákazníkům kvalitu a široký sortiment v oblasti plavek, spodního prádla a samozřejmě námi testovaného sportovního prádla [12]. Vzhledem k přijatelným cenám jsou dostupné širokému spektru uživatelů. Od roku 2018 rozšířila své portfolio také o sportovní mikiny či bundy. Své renomé staví na faktu, že se jedná o čistě českou firmu s tradicí a kvalitou.



Obr. 8 – Lící a rubní strana Eleven pod makroskopem



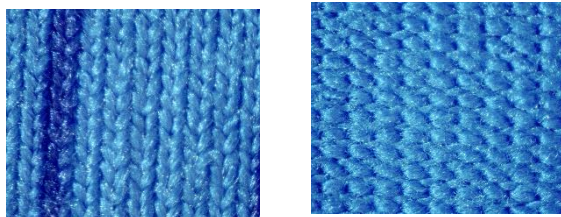
Obr. 9 – Legíny značky Litex

Nike



Obr. 10 – Logo Nike

První zmínka o společnosti Nike pochází z roku 1971, jde o dnes notoricky známé logo a první pár atletických bot, který firmu začal formovat a celkově ji proslavil. Název je odvozen od řecké bohyně vítězství Niké, jejíž stylizované křídlo je právě symbolem firmy. Mnoho let bylo cílem Nike stát se sportovní a fitness společností číslo jedna. Oblečení, obuv i doplňky Nike se v současné době staly fenoménem nejen ve světě sportu [13]. Kromě špičkových sportovců je dnes nosí i obyčejní lidé, kteří si potrpí na vysokou kvalitu, pohodlí a originální vzhled. Značka se stala populární napříč světadíly i věkovými skupinami.



Obr. 11 – Lící a rubní strana Nike pod makroskopem



Obr. 12 – Legíny značky Nike

Adidas

Firmu Adidas založili bratři Adolf a Rudolf Dasslerové na začátku 20. století v Německu. Bratři se v roce 1948 rozešli a každý si založil svoji vlastní firmu. Adolf pokračoval ve vedení značky Adidas a Rudolf založil firmu Puma. Symbolem firmy Adidas jsou tři černé



Obr. 13 – Logo Adidas [14]

proužky. V roce 1972 firma představila nové logo, tzv. „Trefoil“, jež připomíná trojlístek tvořený třemi pruhy. Název firmy je odvozen od jejího zakladatele Adolfa (zkráceně „Adi“) Dasslera, ze zkráceného Adi Dassler vznikl pak Adidas [14]. Společnost se zabývá výrobou sportovních oděvů a obuví, vždy s originálním designem a provedením. Kromě klasického sportovního sortimentu nabízí na trhu také varianty prémiových kolekcí, které si každý rok najdou své věrné spotřebitele.



Obr. 14 – Lící a rubní strana Adidas pod makroskopem



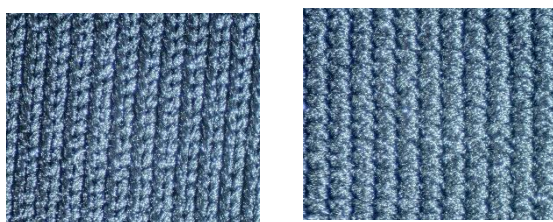
Obr. 15 – Legíny značky Adidas

Craft

CRAFT je švédská značka specializující se od roku 1977 na vývoj a výrobu oblečení pro vytrvalostní sporty, kde hraje funkčnost a komfort zásadní roli pro dosažení optimálních výsledků [15]. Díky úzké spolupráci se špičkovými sportovci a neustálému vývoji nových materiálů a technických řešení je CRAFT typickým tréninkovým a závodním oblečením.



Obr. 16 – Logo Craft [15]



Obr. 17 – Lící a rubní strana Craft pod makroskopem



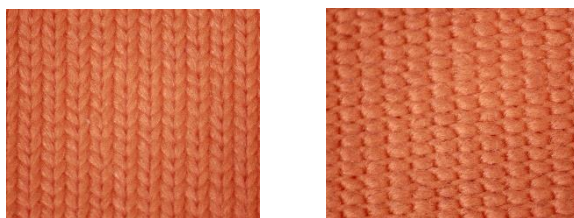
Obr. 18 – Legíny značky Craft

Kari Traa

Kari Traa je mistryně ve freestylovém lyžování se třemi olympijskými medailemi, a také tvůrce úspěšné značky sportovního oblečení. Svou inspiraci pro nové kolekce čerpá z norské přírody a skandinávských tradic [16]. Sportovní oblečení je navrženo tak, aby dokonale ladilo s ženskou postavou, ale nebránilo aktivnímu sportovnímu a dobrodružnému životnímu stylu.



Obr. 19 – Logo Kari Traa [16]



Obr. 20 – Lící a rubní strana Kari Traa pod makroskopem



Obr. 21 – Legíny značky Kari Traa

UŽIVATEL BĚŽECKÝCH LEGÍN

Tělesný komfort je závislý na mnoha faktorech. Pro zjednodušení a účely práce lze rozdělit působení vlivů na vnější a vnitřní. Oba svým působením ovlivňují subjektivní vnímání člověka jako organismu, co je a není komfortní.

Jak již bylo zmíněno v teoretické části práce, člověk je homoiotermní organismus, dokáže tedy regulovat svou teplotu okolo optima s ohledem na působící vlivy. Je ovšem důležité také zmínit rozdílnosti mezi osobami mužského a ženského pohlaví, denní dobou, aktuálním zdravotním stavem, případnou nadváhou či obezitou nebo hormonálním působením na organismus [1]. Tyto rozdíly mají význam ve vnímání komfortu a působení textilie během nošení pro jednotlivé osoby. Pro účely práce je tedy zvolen člověk, který se nejvíce podobá pravděpodobné uživatelce legín. Jde o ženu ve věku 22 až 27 let, bez zdravotních problémů či nadváhy. Pohybové aktivitě (běhu) se věnuje 3x týdně. Uživatelka se nejčastěji věnuje venkovnímu běhu, a to v období jaro a podzim, využívá proto legíny s dlouhými nohavicemi. Vzhledem ke klimatickým podmínkám pro ČR vyplývá, že průměrná venkovní teplota vzduchu se pohybuje v rozmezí 2,7 až 13 °C [17]. Také je možné definovat, že uživatelky neběhají za každého počasí, pouze pokud neprší či se jinak extrémněji nemění klimatické podmínky. Z logiky věci tedy vyplývá, že není třeba brát na zřetel na srážkové či intenzivní povětrnostní vlivy.

Z pohledu sensorického komfortu je náročné nalézt optimum pro komfort nošení. Důvodem jsou značně individuální požadavky a vnímání uživatelů. Nicméně je možné vycházet z obecných fyziologických předpokladů o fungování lidského těla a reakcích na změnu tepla a vlhka. Z teoretické části vyplývají následující fakta: komfortně se lidské tělo cítí okolo teploty vzduchu v okolí 21 °C (takto vyprodukuje cca 210 kJ/m² energie) [2]. Během pohybové aktivity dochází k zahřívání organismu, a tím ke „spuštění“ termoregulace, jejímž následkem je mimo jiné pocení – vylučování tekutiny z těla za účelem ochlazení organismu. Zdravý jedinec vyprodukuje za hodinu cca 1000 ml potu. U žen je produkce potu o 5 % nižší [3]. Jakmile uživatel vypotí takové množství tekutiny, které již oděv nezvládne efektivně odvádět od pokožky a zároveň si udržet své vlastnosti, lze hovořit o hranici komfortu. Při dosažení této hranice přestává oděv plnit svou funkci, dochází ke ztrátě požadovaných vlastností materiálu, vyloučená tekutina se nevstřebává

do textilie ani není odváděna do okolí, kumuluje se tedy na pokožce a dochází k přehřátí organismu, tím pádem stavu vnímaném jako diskomfort.

3.2 Primární měření

Tato kapitola je nazvána jako primární měření z důvodu prvotního šetření, tedy zjištění hodnot, kterých vzorky nabývají. Pro účely práce byly zjišťovány u vybraných materiálů tyto vlastnosti: tepelná jímavost, plošný odpor vedení tepla a měrná tepelná vodivost. Textilie byly testovány v rámci jednoho dne a využito bylo přístroje Alambeta a analytických vah. Měření podléhalo příslušným normám ISO.

Vzhledem k jedinečné konstrukci přístroje Alambeta bylo možné měřit vlastnosti sensorického komfortu v suchém stavu i za vlhka. Konstrukce je uzpůsobena tak, aby dokázala nasimulovat vztah mezi pokožkou a prostředím, tedy rozdíl teplot lidského organismu, resp. pokožky a oděvu. Díky krátké době měření je také možné spolehlivě měřit za vlhka – nedochází ke schnutí vzorku.

ALAMBETA

V publikaci Komfort textilie je možné se dočíst [4]: „*Je to poloautomatický, počítačem řízený přístroj, který je zároveň s měřením schopen vyhodnocovat statistické hodnoty naměřených údajů a který také obsahuje autodiagnostický program zabraňující chybným operacím přístroje.*“

Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]

Tato hodnota ukazuje schopnost dané látky vést teplo. Udává rychlost, s jakou se teplo rozšíří z teplejšího povrchu do chladnějšího. Pokud je tento princip aplikován s přihlédnutím na cíl práce, lze říci, že jde o dobu, za jakou legíny dosáhnou teploty stejné jako lidský povrch. S rostoucí teplotou teplotní vodivost materiálu klesá [3, 18]. To znamená, že čím teplejší je okolí či organismus, tím je šíření tepla pomalejší.

Plošný odpor vedení tepla r [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]

Je udáván rozdílem tloušťky materiálu a měrné tepelné vodivosti. Čím nižší je tepelná vodivost, tím vyšší je tepelný odpor [4]. Logicky lze tedy odvodit, že čím pomaleji proudí mezi vrstvami teplo, tím větší je kladen odpor.

Tepelná jímavost b [$\text{W}/\text{m} \cdot \text{s}^{1/2}/\text{m}^2 \text{K}$]

Tento parametr je běžně používaný ve stavebnictví, nicméně díky prof. Hesovi jej lze od roku 1986 využít také pro charakterizování tepelného omaku. [4] Tepelná jímavost definuje schopnost materiálu akumulovat a později uvolňovat teplo. Lze tedy říci, že čím více vlhkosti materiál nakumuluje, tím stoupá hodnota b a uživateli se textilie jeví jako chladnější. Tepelná jímavost pro syntetická vlákna užitá pro legíny se za běžných podmínek pohybuje mezi 70 až 120 $\text{W}/\text{m} \cdot \text{s}^{1/2}/\text{m}^2 \text{K}$. Hodnota tepelné jímavosti je závislá na vlhkosti v materiálu.

3.2.1 Testování legín v suchém stavu

Měření probíhalo v laboratoři za stálé teploty a vlhkosti vzduchu. V den měření byla v laboratoři teplota vzduchu 19,9 °C a vlhkost vzduchu 55 %. Všechny vzorky byly testovány po rubní straně. Každý materiál byl přeměřen 5krát na všechny výše zmíněné vlastnosti. Během testování nebyly zjištěny odchylky od postupu. Průměrné hodnoty a jejich směrodatné odchylky jsou uvedeny v následující tabulce 2.

Tab. 2 – Výsledky měření za sucha

	1 vzorek - Nessi Sport		2 vzorek - Nike		3 vzorek - Adidas		4 vzorek - Craft		5 vzorek - Kari Traa		6 vzorek - Litex		7 vzorek - Eleven	
	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka
Měrná tepelná vodivost λ [$\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$]	0,0642	0,0042	0,06352	0,0020	0,07072	0,0029	0,0656	0,0013	0,0745	0,0012	0,06434	0,0024	0,07944	0,0013
Tepelná jímavost b [$\text{W}/\text{m} \cdot \text{s}^{1/2}/\text{m}^2 \text{K}$]	177,8	15,7067	186	10,5119	178,2	11,9038	181	7,1063	200,2	5,8907	160,2	10,8259	244,6	6,9498
Plošný odpor vedení tepla r [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$]	0,00878	0,0002	0,01168	0,0008	0,00998	0,0004	0,00876	0,0002	0,00724	0,0002	0,01332	0,0004	0,00696	0,0001

Cílem měření je celkové porovnání jednotlivých značek legín a statistické zpracování za účelem definování vlastností, jakých textilie nabývají v suchém stavu, a případně nalezení významných rozdílů chování mezi jednotlivými vzorky. Úplná data z měření jsou uvedena v příloze 1. Aby bylo možné říci, zda jsou rozdíly mezi vzorky statisticky významné, je třeba každou měřenou vlastnost prošetřit zvlášť. Pro tyto účely je měření zpracováno pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

ANOVA

Jedná se o statistickou metodu umožňující analýzu zdrojů variability v lineární regresi. Předmětem testování je statistická významnost poměru rozptylu způsobená faktorem náhodného rozptylu. ANOVU dělíme na jednofaktorovou nebo dvou či více faktorovou. Pro účely práce byla použita jednofaktorová ANOVA, která porovnává střední hodnoty za účelem určení, zda alespoň jeden faktor (vzorek) se liší od ostatních. Vstupní data podléhají normálnímu rozdělení, proto je pro výpočet zvolen tento typ analýzy. Je testován pomocí F-testu o nulové hypotéze, že střední hodnoty jsou stejné, oproti alternativě, že alespoň jedna střední hodnota se statisticky liší [20]. Testování probíhá na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Matematicky je vyjádřena hypotéza následovně:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$$

$$H_1: \text{alespoň jedno } \mu \text{ se liší}$$

Výpočty podléhají testové statistice uvedené v následující tabulce 3:

Tab. 3 - Vzorce pro výpočet jednofaktorové ANOVY [21]

Variabilita	Součet čtverců	Stupeň volnosti	Rozptyl	Testové kritérium
Mezi třídami	$S_1 = \sum_{i=1}^m \frac{x_i^2}{n_i} - C$	$m - 1$	$s_1^2 = \frac{S_1}{m - 1}$	$F = \frac{s_1^2}{s_r^2}$
Uvnitř tříd (residuální)	$S_r = S - S_1$	$n_i - m$	$s_r^2 = \frac{S_r}{n_i - m}$	
Celková	$S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - C$	$n_i - 1$		

Kompletní výsledky statistického šetření jsou uvedeny v příloze 2, níže v tabulce je vyjádřena testová statistika hodnocených veličin. Výzkum byl zpracován pomocí příslušné funkce programu Excel.

Kritický obor porovnáváme na základě nerovnosti:

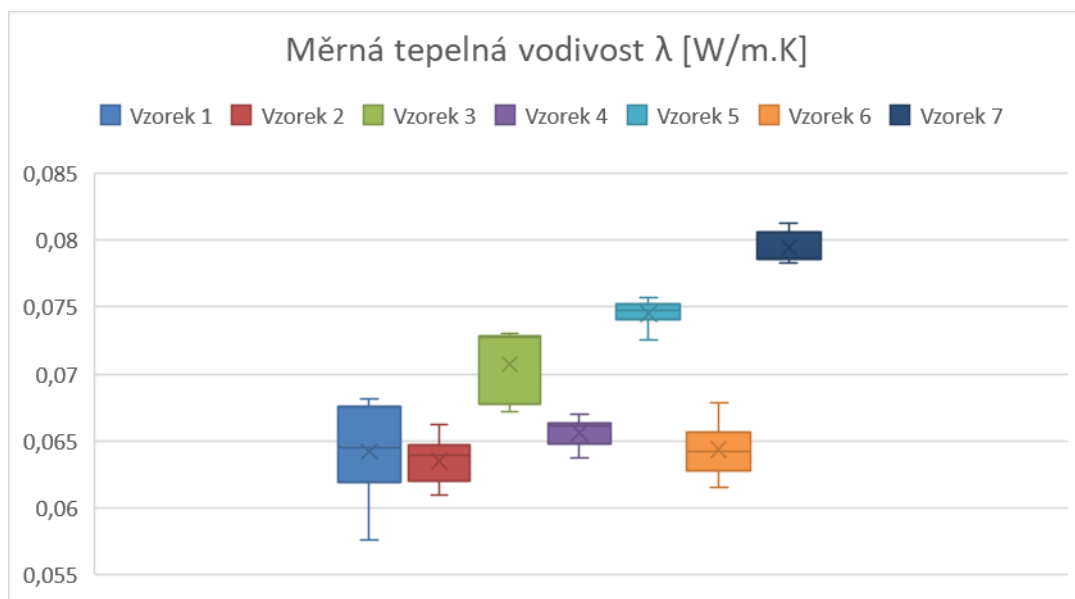
$$P > F_{1-\alpha(k-1, n-k)} \quad [21]$$

Tab. 4 - Výsledky ANOVY pro jednotlivé vlastnosti

Měřená vlastnost	Testové kritérium P	F - test
Měrná tepelná vodivost b [W/m.s1/2./m2K]	1,7E-11	2,45
Tepelná jímavost λ [W/m.K]	1,36E-11	2,45
Plošný odpor vedení tepla r [m2.K/W]	2,33E-21	2,45

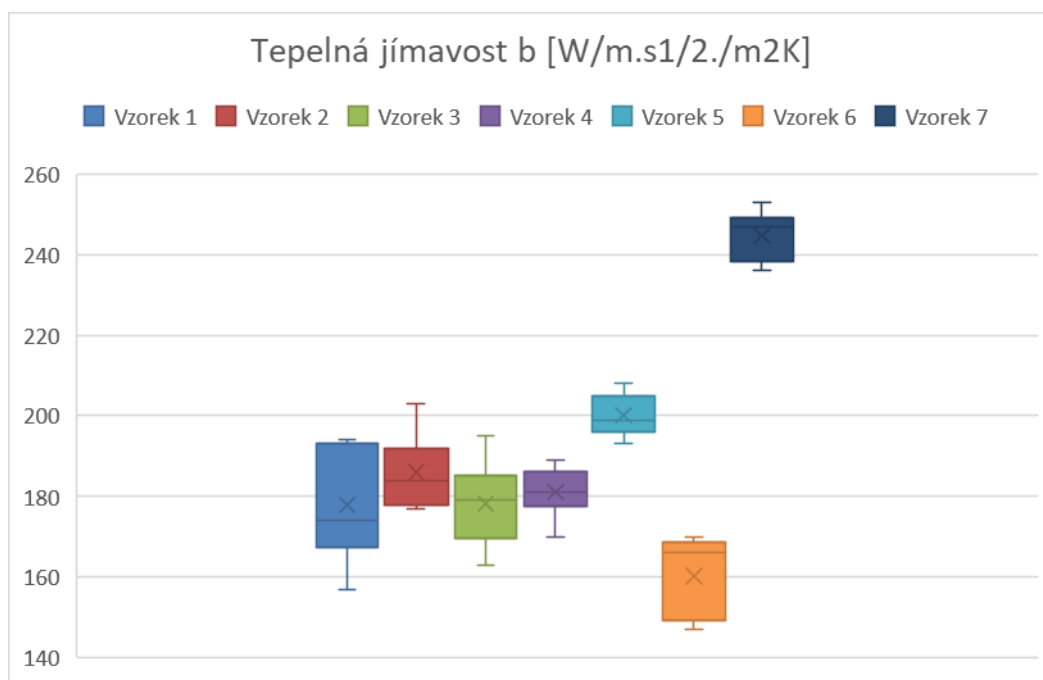
Na základě dosazení do nerovnosti je možné konstatovat, že výsledné hodnoty v rámci daného šetření vlastností jsou menší než zvolený F-test na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, a proto je alternativní hypotéza zamítnuta. Tato tvrzení jsou v souladu s popisnou statistikou a boxploty uvedenými níže. Z provedené analýzy je možné vyvodit výsledky, které vyjadřují fakt, že testované vzorky vesměs nevykazují žádné významné rozdíly.

KRABICOVÉ GRAFY – TESTOVÁNÍ VZORKŮ V SUCHÉM STAVU



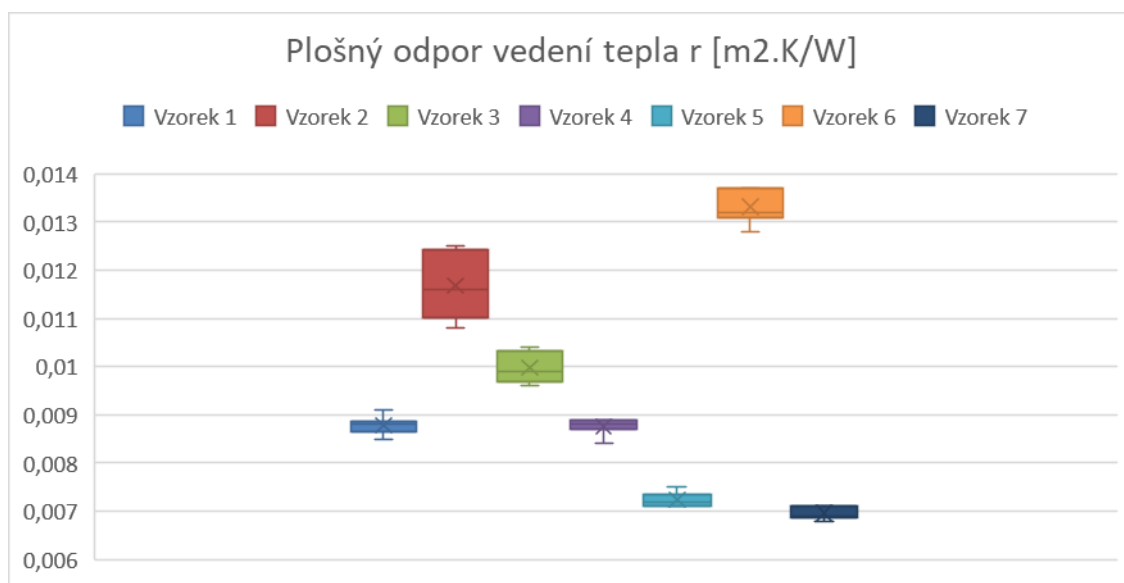
Obr. 22 – Krabicový graf Měrná tepelná vodivost λ – měření v suchém stavu

Krabicový graf vyjadřující porovnání hodnot tepelné vodivosti λ zobrazuje podobnost mezi jednotlivými vzorky, které byly testované. Jak je patrné, Vzorek č. 7 se výrazně odlišuje od ostatních. Odlišnosti lze najít také u vzorků 3 a 5. Tyto textilie během testování vykázaly rozdíly od ostatních testovaných vzorků. Vzhledem k naměřené hodnotě tepelné jímavosti lze značku Eleven označit za nejlépe tepelně vodivý vzorek.



Obr. 23 – Krabicový graf Tepelná jímavost b – měření v suchém stavu

Graf zobrazující porovnání vzorků tepelné jímavosti stejně jako v předchozím případě prokázal velké odlišnosti pro testovaný vzorek 7, tedy kalhoty výrobce Eleven. Uživatel proto tyto kalhoty bude vnímat jako nejchladnější, tudíž by se dalo říci, že také nekomfortní. Z pohledu využití těchto kalhot pro sport, to však může být naopak vyhledávaná vlastnost, zvláště ve chvíli, kdy je zvažován fakt, že tyto hodnoty vzorek 7 vykazuje v suchém stavu. Odlišnost od ostatních dosáhly také vzorky č. 5 a 6.



Obr. 24– Krabicový graf Plošný odpor vedení tepla r – měření v suchém stavu

V případě plošného odporu vedení tepla vykazují významné rozdíly prakticky všechny vzorky kromě dvou – Nessi Sport a Craft. Vysoké hodnoty plošného odporu vedení tepla značí pomalé proudění tepla mezi vrstvami. Výsledky šetření této vlastnosti ukazují na rozdíly mezi jednotlivými vzorky, nicméně pro vybrání celkově nejvhodnější textilie tento parametr nestačí.

3.2.2. Testování legín za vlhka – simulace potního impulzu

Tato zkouška je odlišná v přípravě vzorků před samotným měřením a v drobných odchylkách během procesu měření. Touto metodou se v laboratorních podmínkách měří textilie, na kterých se simuluje „potní znečištění“.

POPIS METODY

Na předem připravené vzorky o velikosti dle příslušné normy je aplikována voda s příměsí detergentu, a to v množství 0,3 mg vody a 1 % povrchově aktivní látky. Roztok je aplikován do jednoho bodu a následně je třeba minutu vyčkat, aby bylo možné zajistit distribuci kapaliny do textilie. Následně přijde samotné měření – stejně jako při testování za suchých podmínek byly opět splněny všechny požadavky dle příslušné normy ISO pro přístroj Alambeta. Po každém jednotlivém měření byla očištěna měřicí hlavička papírovými ubrousky do sucha. Důvodem je zajištění relevantních výsledků – ztrátová vlhkost nesmí před dalším přeměřením zůstat na hlavicích přístroje.

Měření touto metodou bylo provedeno během jednoho dne s teplotou vzduchu 22 °C a vlhkostí vzduchu 53 %. Každý ze vzorků byl otestován 5krát. Během měření nevznikly žádné odchylky od postupu měření. Průměrné hodnoty a jejich směrodatné odchylky jsou uvedeny v následující tabulce 5.

Tab. 5 – Výsledky měření se simulací potního impulsu

	1 vzorek - Nessi Sport		2 vzorek - Nike		3 vzorek - Adidas		4 vzorek - Craft		5 vzorek - Kari Traa		6 vzorek - Litex		7 vzorek - Eleven	
	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka
Měrná tepelná vodivost A [W/m.K]	0,1504	0,0329	0,10776	0,0304	0,16556	0,0269	0,1447	0,0332	0,13378	0,0208	0,0973	0,0340	0,1822	0,0445
Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	720,8	84,3487	568,6	205,6837	677,4	149,7641	922,6	57,8602	843	88,0682	461,2	216,2538	804,4	221,7021
Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	0,00328	0,0010	0,0107	0,0114	0,0039	0,0005	0,00356	0,0006	0,00376	0,0007	0,00904	0,0036	0,0028	0,0008

Vzhledem k cílům práce byl účel měření za vlhka simulací potního impulsu totožný jako pro měření v suchém stavu, tedy definovat, jakých hodnot vlastností nabývají vzorky během měření, a zjistit, zda jednotlivé vzorky vykazují v otázce komfortních vlastností odlišnosti. Pro zajištění cíle měření bylo využito opět statistické metody ANOVA. Výpočty jsou tedy zpracovány analogicky jako u předchozího šetření. Test je proveden na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$$

$$H_1: \text{alespoň jedno } \mu \text{ se liší}$$

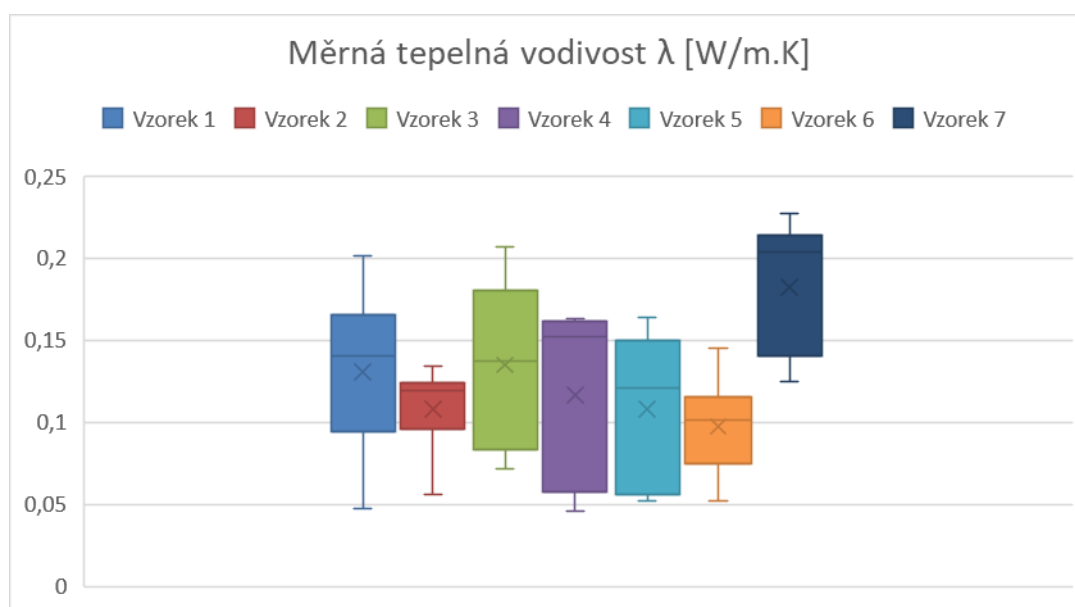
Zdrojová data jsou uvedena v příloze 3 a níže jsou zpracovány výsledky z provedené analýzy. Výpočty jsou opět provedeny pomocí příslušné excelovské funkce. Podklady pro výpočty a celkově provedené analýzy jsou obsaženy v příloze 4.

Tab. 6 - Výsledky ANOVY pro jednotlivé vlastnosti – Simulace potního impulsu

Měřená vlastnost	Testové kritérium P	F - test
Měrná tepelná vodivost b [W/m.s1/2./m2K]	0,155119	2,45
Tepelná jímavost λ [W/m.K]	0,615452	2,45
Plošný odpor vedení tepla r [m2.K/W]	0,767467	2,45

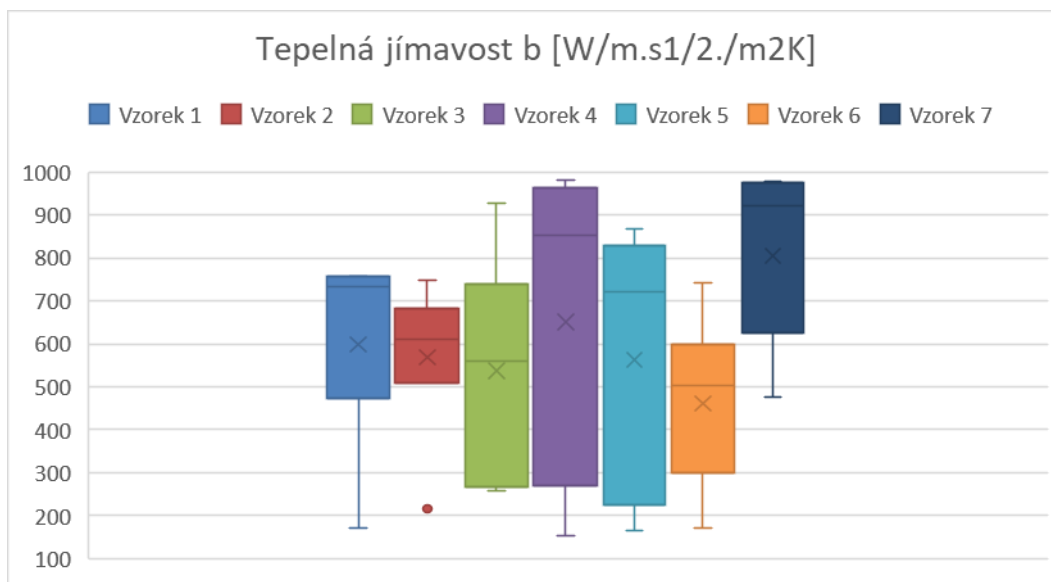
Ze statistik parametrického ANOVA F-testu je zřejmé, že nebyla splněna podmínka kritického oboru, a tudíž ve všech řešených vlastnostech zamítáme alternativní hypotézu. Tyto závěry potvrzují také boxploty uvedené níže. V souladu s těmito výsledky je možné konstatovat, že v rámci jednotlivých vlastností nejsou rozdíly mezi vzorky statisticky významné.

KRABICOVÉ GRAFY – TESTOVÁNÍ VZORKŮ SIMULACÍ POTNÍHO IMPULZU



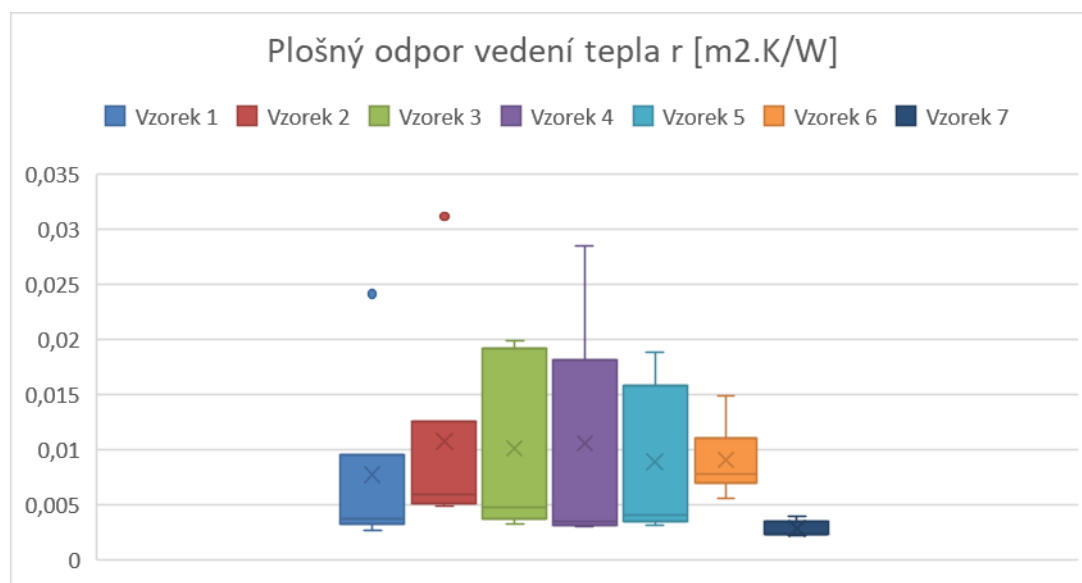
Obr. 25– Krabicový graf Měrná tepelná vodivost λ – měření simulací potního impulsu

V grafu č. 25 je jasné na první pohled, že krabice vyjadřující naměřené hodnoty pro tepelnou vodivost pro jednotlivé vzorky se vzájemně překrývají, tudíž nejsou rozdíly mezi nimi statisticky významné. Toto vyjádření potvrzuje provedenou analýzu rozptylu.



Obr. 26 – Krabicový graf Tepelná jímavost b – měření simulací potního impulsu

V případě měření tepelné jímavosti byla opět potvrzena hypotéza výše – že rozdíly mezi naměřenými vzorky nejsou statisticky významné. Pro vzorek č. 2 (Nike) je zde také zobrazena odlehlá hodnota od měření. Na celkové výsledky to však nemá vliv.



Obr. 27 – Krabicový graf Plošný odpor vedení tepla r – měření simulací potního impulsu

Plošný odpor vedení tepla opět neprokázal odlišnost některého ze vzorků. Jsou zde patrné odlehlejší hodnoty u vzorku 1 a vzorku 2, nicméně vzhledem ke specifikaci celé zkoušky je pravděpodobné, že se jednalo o náhodnou chybu přístroje, která nemá vliv na celkové hodnocení měření.

Kvůli nedostatečným výsledkům z provedených analýz je pro další výzkum přistoupeno ke známkové metodě, která umožní zvolit dva vzorky pro další výzkum.

Metoda známkování

Jedná se o metodu, která pomocí bodového ohodnocení určuje důležitost dané vlastnosti či produktu. Vzhledem k cíli tohoto šetření tato metoda vyjádří žebříček napříč vlastnostmi a vzorky, který určí pořadí kvality vzorků (vzhledem ke zkoumaným vlastnostem). Vzorky jsou bodovány od 1 pro nejhorší až do 7 pro nejlepší. Přiřazení známek je uvedeno v následující tabulce 7.

Tab. 7 – Výsledky známkové metody

	1 vzorek - Nessi Sport		2 vzorek - Nike		3 vzorek - Adidas		4 vzorek - Craft		5 vzorek - Kari Traa		6 vzorek - Litex		7 vzorek - Eleven	
	Průměrná hodnota	Bodové ohodnocení	Průměrná hodnota	Bodové ohodnocení	Průměrná hodnota	Bodové ohodnocení	Průměrná hodnota	Bodové ohodnocení	Průměrná hodnota	Bodové ohodnocení	Průměrná hodnota	Bodové ohodnocení	Průměrná hodnota	Bodové ohodnocení
Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	0,0642	2	0,06352	1	0,07072	5	0,0656	4	0,0745	6	0,06434	3	0,07944	7
Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} /m ² K]	177,8	2	186	5	178,2	3	181	4	200,2	6	160,2	1	244,6	7
Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	0,00878	4	0,01168	2	0,00998	3	0,00876	5	0,00724	6	0,01332	1	0,00696	7

Z výsledků této metody byly vybrány dva nejvíce odlišné vzorky. Díky nim bude možné v rámci dalších měření mimo jiné konstatovat, že výsledky analýzy obou vzorků tvoří interval, ve kterém se budou nacházet výsledky ostatních typů legín. Z tabulky výše je jasné patrné, které vzorky budou dále zkoumány. Tedy vzorek Litex vystupující jako textilie s nejhoršími vlastnostmi, bodové hodnocení tohoto vzorku je jasné nejnižší. Na druhé straně se nacházejí legíny značky Eleven jako kalhoty s nejlepším hodnocením.

3.3. Sekundární měření

Tento, pravděpodobně nejdůležitější a nejzásadnější oddíl práce, se zabývá podrobným šetřením vzorků legín. Z primárního šetření byly pro další měření vybrány dva vzorky s nejodlišnějšími výsledky. Vzhledem k tomu, že všechny ostatní typy legín jsou svými hodnotami v intervalu mezi legínami od firmy Litex a Eleven, lze říci, že výsledky následného měření obou vzorků budou tvořit interval pro všechny ostatní vzorky.

Dříve než bylo přistoupeno k samotnému měření, byly vzorky ještě podrobeny kontrolnímu přeměření na přístroji PERMETEST. Tyto výsledky měření slouží jako kontrolní údaje o fyziologickém vnímání komfortu. Měření na tomto přístroji je nedestruktivní a umožňuje v krátkém čase vyjádřit úroveň tepelného toku procházejícího přes povrch přístroje, tedy tzv. Skin modelu [23]. Propustná membrána, která má simulovat lidskou pokožku, a celková konstrukce přístroje dokáží v laboratorním prostředí vyjádřit proces ochlazení při pocení, a to zvlhčením zmíněné membrány a profukem vzduchu z vnější strany vzorku [24]. Tento proces je sledován snímačem, který hodnoty zaznamenává do PC. Pro účely práce jde především o tyto veličiny:

Relativní paropropustnost p [%]

Jde o nenormalizovaný parametr, kde 100 % značí zcela propustný (bez zakrytí) povrch a 0 % znamená nepropustný. Paropropustnost vyjadřuje schopnost materiálu distribuovat výpary z lidského povrchu přes textilií do okolí. Jde o důležitý parametr zvláště pro sportovní oděvy.

Výparný odpor R_{et} [m^2Pa/W]

Hodnota je přímo úměrná relativní paropropustnosti textilie [23]. Tedy lze říci, že čím vyšší p , tím nižší výparný odpor, tedy čím více je materiál propustný pro vodní páry, tím menší je kladený výparný odpor textilií. Jedná se o hodnotu vyjadřující, resp. potvrzující stejný sledovaný jev.

Na přístroji PERMETEST byly přeměřeny dva vybrané vzorky značky Litex a Eleven. Každý byl přeměřen ve třech opakováních a správnost měření podléhala příslušné normě. Výsledky měření jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 8 – Výsledky PERMETEST pro Litex

Litex		
Měření	Výparný odpor Ret [m ² Pa/W]	Relativní paropropustnost p [%]
1	3,2	78,6
2	2,9	80
3	2,8	80,2
Průměr	3,0	79,6
Směrodatná odchylka	0,17	0,71
Var. koeficient [%]	5,7	0,9

Tab. 9 – Výsledky PERMETEST pro Eleven

Eleven		
Měření	Výparný odpor Ret [m ² Pa/W]	Relativní paropropustnost p [%]
1	2,1	78,6
2	1,9	80
3	1,9	80,2
Průměr	2,0	79,6
Směrodatná odchylka	0,09	0,71
Var. koeficient [%]	4,8	0,9

V případě obou veličin byly naměřeny velmi dobré hodnoty výparného odporu i relativní paropropustnosti. Z pohledu uživatele je vhodná vysoká relativní paropropustnost, která zajišťuje odvod vodních par z povrchu pokožky. Nicméně obecně důležitější veličinou je výparný odpor, který vykazuje velmi dobré (nízké) hodnoty. Při porovnání obou vzorků je jasně patrné, že vzorek Eleven má z pohledu šetřených vlastností obecně lepší hodnoty. Tento fakt potvrzuje výběr vzorků známkovou metodou a obecně veličiny, které byly doposud řešeny.

Pomocí specifických testů v laboratoři, které budou popsány níže, jsou zjišťovány změny v komfortních vlastnostech při simulaci podmínek užívání. Myšleny jsou změny, které nastávají během užití legín při pohybové aktivitě, tedy když uživatel působí na legíny vlivem termoregulace organismu.

Je třeba zmínit, že dosáhnout objektivitu testů není možné. Jak bylo popsáno v teoretické části práce – každý člověk se liší a jeho reakce na pohyb či okolní prostředí je značně individuální. Smyslem měření tedy není stanovení přesné hranice, která je stejná pro každého uživatele, ale spíše vyjádření chování textilie, které vnímání komfortu a diskomfortu ovlivní.

3.3.1 Měřicí metoda I

Tento test umožní sledovat vývoj naměřených hodnot vzhledem k množství pohlcené tekutiny textilií. Podstatou zkoušky je úplné zvlhčení textilie a následné postupné vysoušení vzorku. Během testu jsou sledovány vývoje jednotlivých naměřených vlastností vč. hmotnosti a následně přenášeny do grafů, aby bylo možné vyjádřit hranici komfortu, tedy kdy již textilie nejsou schopny udržet své komfortní využití a stávají se pro uživatele nekomfortní. Test byl proveden v rámci několika dnů, kdy nejprve bylo třeba vzorky řádně připravit. Měření probíhalo na přístroji Alambeta a analytických vahách, probíhalo v souladu s příslušnou normou ISO. Podmínky v laboratoři jsou uvedeny v tabulce 9 níže. Během měření nedošlo k odchylkám od stanoveného postupu. Test byl proveden na dvou typech legín, z čehož každý byl přeměřen ve třech vzorcích, v počtu 10 opakování.

Tab. 10 – Podmínky v laboratoři během Sekundárního měření I

Den měření	Teplota v laboratoři [°C]	Vlhkost vzduchu v laboratoři [%]
1.	20,9	51
2.	20,4	49

Příprava vzorků

Před samotným měřením je třeba provést důkladnou přípravu vzorků. Testované subjekty o velikosti 15 x 15 cm byly po dobu 24 h volně rozloženy v laboratoři. Aby bylo možné říci, že veškerá nasáklá tekutina během testu byla pohlcena pouze z připraveného roztoku, vzorky je třeba vysušit. Pro tuto část přípravy byla použita laboratorní sušička. Pro vyjádření ztráty vlhkosti z textilie během sušení je základním parametrem změna hmotnosti. Jak je patrné z tabulky 10 níže, ani po 60 min intenzivního sušení při teplotě 100 °C vzorky nevykazují znatelné snížení hmotnosti, což je dáno také typem textilie (syntetická vlákna). Proto bylo možné přistoupit k dalšímu kroku testu, aniž bylo třeba zohlednit fakt, zda je či není vzorek vysušen v sušičce. Vzorky tedy mohly být vloženy do tekutiny – voda s obsahem detergentu (1 % na 0,5 l vody).

Takto byly vzorky po dobu 5 hodin ponechány v připraveném roztoku a to tak, že celou svou plochou byly ponořeny. Po uplynutí tohoto limitu bylo možné přistoupit k samotnému měření.

Tab. 11 - Sledování změny hmotnosti během sušení

Čas vzorku v sušičce	Litex - Hmotnost vzorku M [g]	Eleven - Hmotnost vzorku M [g]
10 min	5,7898	4,7005
20 min	5,7796	4,6934
30 min	5,7784	4,6922
40 min	5,7655	4,689
50 min	5,7649	4,684
60 min	5,7642	4,6838

Postup měření

První vzorek je vyjmut z nádoby a odkapán od přebytečné tekutiny. Následuje první měření na přístroji Alambeta a převážení vzorku pomocí vah. Výsledky jsou zaznamenány do tabulky, která je v kompletním znění uvedena v příloze 5. Měřicí plochy Alambety i vah musí být před každým jednotlivým měřením čisté a suché. Pro zajištění tohoto je použit papírový ubrousek, který je nový pro každé opakované měření.

Druhé přeměření – testovaný vzorek je pomocí připravených papírových utěrek lehce osušen (bez velkého tlaku), je pouze umožněno nasáknutí přebytečné vlhkosti do ubrousku. Vzorek je takto lehce otřen vždy po směru osnovy a útku. Následuje opět měření na Alambetě a převážení. Tento postup je proveden v 9 replikacích.

Výsledky měření

Postup umožňuje sledovat změny vlastností textilie způsobené množstvím nasáklé tekutiny. Vzhledem k zaznamenaným výsledkům během měření lze vypočítat relativní četnost, která značí, jak velký je úbytek vlhkosti z textilie mezi jednotlivými měřeními. Nicméně je třeba brát na zřetel, že vlhkost nebyla pouze mechanicky odstraňována, viz postup měření, ale také docházelo k vlhkostním ztrátám v důsledku kontaktu textilie s měřicími přístroji a ztrátám do okolí. Ztráty vlhkosti způsobené kontaktem s měřicími plochami jsou uvedeny v tabulce 12. Nicméně tyto ztráty jsou nižší než 0,5 %, a proto na ně během hodnocení nebude brát zřetel.

Tab. 12 – Vlhkostní ztráty na měřících plochách přístroje

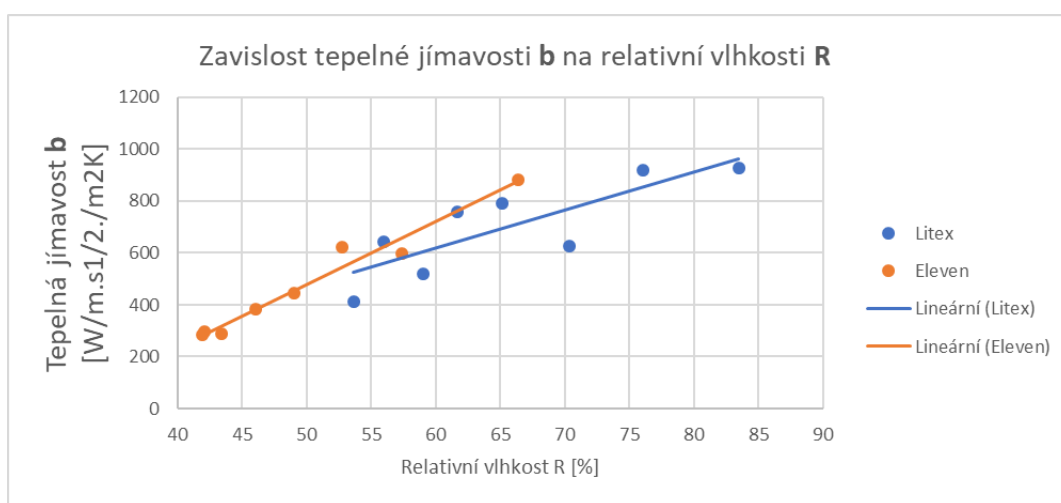
Pořadí měření	Litex		Eleven	
	Hmotnost ubrousku M [g]	Ztrátová vlhkost z měřících ploch	Hmotnost ubrousku M [g]	Ztrátová vlhkost z měřících ploch
1	2,2524	0,2548	2,2714	0,2738
2	2,0794	0,0818	2,1724	0,1748
3	2,0463	0,0487	2,0982	0,1006
4	1,9941	0,0000	2,0734	0,0758
5	1,9492	0,0000	1,9969	0,0000
6	1,9747	0,0000	1,9908	0,0000
7	2,0397	0,0421	1,9736	0,0000
8	2,0606	0,0630	1,9665	0,0000
9	2,0153	0,0177	1,9873	0,0000
10	1,9899	0,0000	1,9843	0,0000
Suchý ubrousek	1,9976	-	1,9976	-
Průměr	2,0402	0,0508	2,0515	0,0625
Směrodatná odchylka	0,0805	0,0736	0,0971	0,0907

Tabulka zaznamenává hmotnost ubrousku, který byl užít k vysušení ploch měřících přístrojů (Alambeta, analytické váhy). Tato hmotnost, která byla zaznamenána v každém kroku měření, je následně porovnána s hmotností suchého ubrousku, jehož průměrná hmotnost vycházející z třech přeměření, je uvedena v příslušném prvním řádku. Sloupce „Ztrátová vlhkost z měřících ploch“ poté vyjadřuje vlhkostní ztrátu vždy při jednotlivém kroku měření. Tento postup byl aplikován pro značku Litex i Eleven. Řádky, které obsahují nulovou hodnotu, jsou takto stanoveny z důvodu vyjádření stavu, kdy měřící plochy neobsahují na svém povrchu žádnou vlhkost, tedy nelze se dostat do záporných hodnot tak, jak by byl správný matematický výpočet. Jak je z tabulky patrné, průměrná vlhkostní ztráta během měření se pohybovala v řádech setin gramů, tudíž není třeba na tuto ztrátu brát během dalšího měření či hodnocení zřetel.

Vzhledem k cílům práce je zásadní vyjádření závislosti tepelné jímavosti a tepelné vodivosti a plošného odporu tepla na relativní vlhkosti. Jak již bylo zmíněno dříve, prostřednictvím těchto veličin je možné vyjádřit vnímání komfortu uživatelem – tepelná jímavost vyjádří, jak se změní pocit chladu či tepla v závislosti na vlhkosti textilie, tepelná vodivost, která říká, jak uživatel vnímá komfort skrze teplotu textilie (čím blíže teplotě pokožky, tím lépe), a plošný odpor tepla, který udává, že čím je organismus více zahřátý

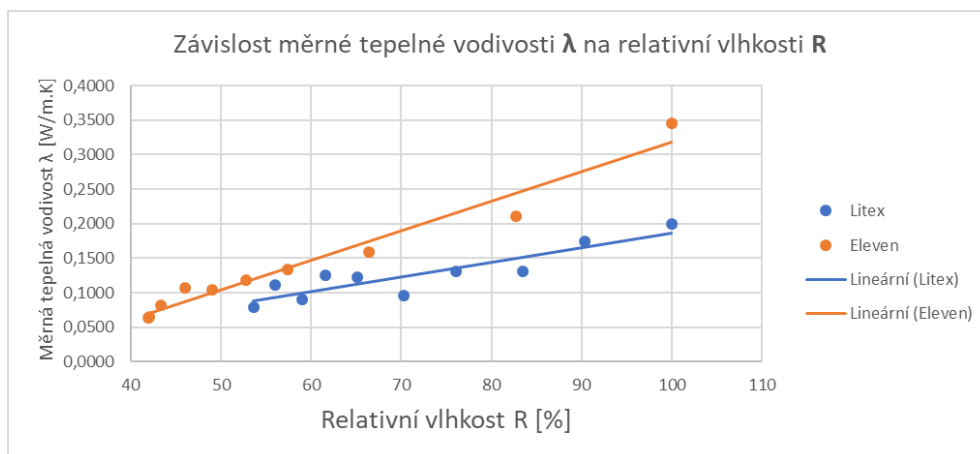
v důsledku fyzického výkonu, tím je tepelný odpor nižší a dochází k rychlejšímu prostupu tepla skrz textílii do okolí. Díky těmto měřením je následně možné vyjádřit chování textílie v závislosti na zvlhčení materiálu a s tím i bod diskomfortu.

V příloze 6 jsou uvedeny grafy, které zaznamenávají chování měřených vlastností, obsahují grafické znázornění trendových křivek pro vzorky Litex a Eleven. Pro každý vzorek kalhot bylo měření provedeno ve třech opakováních a toto je uvedeno v příslušných grafech. Níže v textu je poté v grafech uvedeno porovnání hodnot z prvních měření pro každou šetřenou vlastnost, aby bylo možné vzájemné porovnání.



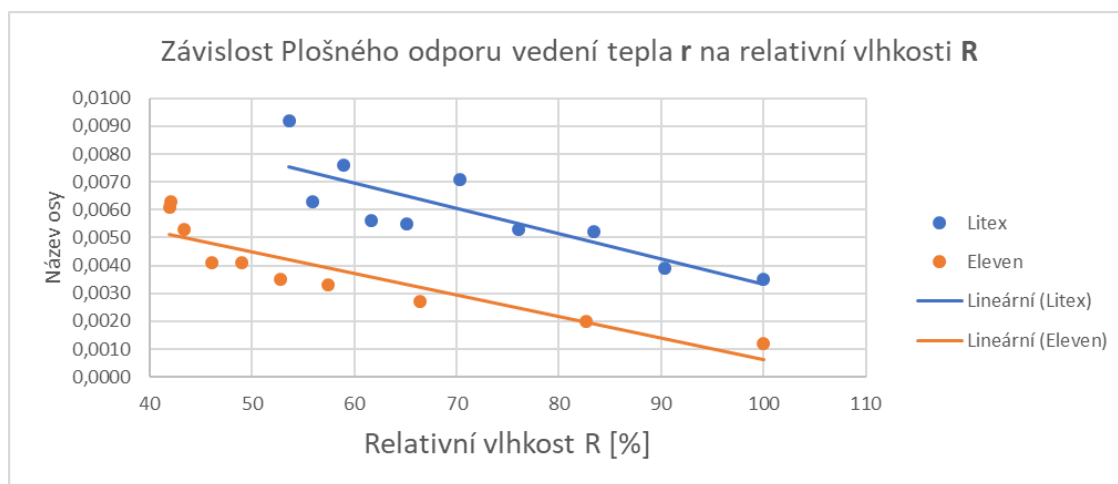
Obr. 28 - Graf závislosti tepelné jímavosti b na relativní vlhkosti R

Z grafu je jasné patrné, že oba materiály je možné měřit, a tedy i definovat jejich jímavost až k hodnotám nad 50 % relativní vlhkosti. Obecně lze říci, že tepelná jímavost značky Eleven roste strměji, tedy reaguje rychleji na vlhkost oproti druhému vzorku. Tento stav značí, že se uživateli bude dříve jevit jako chladnější a tudíž nekomfortní. Ačkoliv měření bylo provedeno v 10 opakování, poslední části nebylo možné provést – hranice tepelné jímavosti se dostala za možnou snímatelnou mez. Tedy je možné vznést hypotézu, že vzorek 1 (Litex) má svou hranici komfortu při 66 % zvlhčení a vzorek 2 (Eleven) při 84 % relativní vlhkosti. Pro tepelnou jímavost jsou hodnoty Eleven vyjádřeny pouze k hranici 67 % relativní vlhkosti, důvodem je příliš vysoká hodnota tepelné jímavosti, kterou přístroj Alambeta již nebyl schopen zaznamenat.



Obr. 29 – Graf závislosti tepelné vodivosti λ na relativní vlhkosti R

Měrná tepelná vodivost zaznamenaná v grafu vyjadřuje šíření tepla z organismu do okolí. Je možné konstatovat, že čím jsou kalhoty více smáčeny, tím klesá jejich teplota a stoupá rychlost, se kterou je teplo šířeno z pokožky do vzorku. V souladu s tímto faktem je tedy patrné, že při relativní vlhkosti 66 % se razantně zvýší rychlost, se kterou je teplo distribuováno – čím větší je relativní vlhkost, tím jsou legíny vnímány jako chladnější, tedy nekomfortní. Na grafu je to zobrazeno jako zvětšení rozestupu mezi jednotlivými body v rámci jednoho měření. Kalhoty značky Eleven vykazují tuto tendenci od hranice 66 %, pro Litex nejsou rozestupy tak velké, nicméně určité vyšší stoupání je patrné opět od hranice 66 %.



Obr. 30 – Graf závislosti plošného odporu vedení tepla r na relativní vlhkosti R

Výsledky vyjádřené v tomto grafu lze použít pro potvrzení hypotézy – plošný odpor vedení tepla nám klesá se stoupající měrnou tepelnou vodivostí. Ačkoliv zde není znatelná změna na hranici 66 % relativní vlhkosti, lze pozorovat rozdíly mezi značkami legín. Značka Eleven naprosto potvrzuje předpoklad vyplývající z měření tepelné vodivosti – se stoupající relativní vlhkostí se snižuje hodnota plošného odporu, od bodu 66 % je také znatelný menší rozdíl v hodnotách plošného odporu. V případě vzorku Litex jsou hodnoty vyváženější, a díky její klesající vodivosti je možné lépe predikovat dílčí hodnoty relativní vlhkosti.

Díky takto získaným vyjádřeným křivkám je možné stanovit hypotézu o hledané hranici komfortu: mohla by se nacházet na hranici 66 % zvlhčení vzorků. Je patrné, že oba vzorky vykazují velmi podobné chování, a tudíž lze říci, že pro oba vzorky je hranice shodná. Před potvrzením této hypotézy je však třeba provést další šetření, pak lze tuto domněnku potvrdit nebo lépe specifikovat.

3.3.2 Měřicí metoda II

Tento způsob měření je zvolený jako alternativní k předchozímu, častěji užívanému. Jeho cílem je aplikace zvoleného modelu měření komfortních vlastností a porovnání naměřených výsledků s postupem, který je aktuálně používán. Postup této metody je opačný – vysušený vzorek je postupně zvlhčován a mezi jednotlivými stupni navlhčení přeměřován pro zjištění podrobnější, a hlavně přesnější změny ve vlastnostech textilie. Měření opět proběhlo na přístroji Alambeta a pomocí analytických vah, kde byla sledována změna hmotnosti, a tím i úroveň zvlhčení textilie. Měření na přístrojích podléhalo příslušným normám ISO. Podmínky v laboratoři byly stanoveny s ohledem na simulaci skutečných podmínek během tréninku, viz tabulka 13.

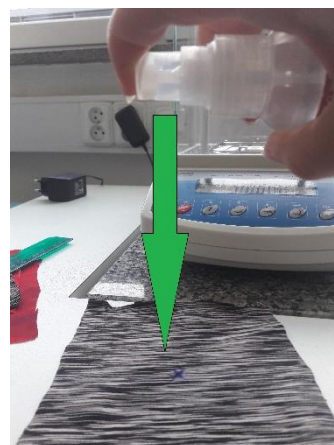
Tab. 13 – Podmínky v laboratoři během Sekundárního měření II

Den měření	Teplota v laboratoři [°C]	Vlhkost vzduchu v laboratoři [%]
1.	23,2	51
2.	22,9	42

Příprava vzorku

Nejprve je vzorek ponechán v místnosti za stálých podmínek po dobu 24 hod. Vzorky o velikosti 15 x 15 cm byly označeny ve středu plochy, aby bylo možné přesně definovat místo, kam byla aplikována a odkud distribuována kapalina v textilií. Vzorek byl také kontrolně převážen a přeměřen, aby bylo možné sledovat postup v měření a přesně vyjádřit změnu oproti počátečním hodnotám. Také bylo třeba připravit si roztok, kterým bude textilie zvlhčována.

Jako při předchozím měření byl připraven roztok v poměru 1 % detergentu v 0,5 l vody. Takto připravená směs byla použita pro měření v připraveném rozprašovači. (obr. 31)



Obr. 31 – Nástřik dávky na vzorek

Aby bylo možné sledovat množství vlhkosti, které se reálně dostane na textilií, je třeba stanovit dávku, která bude aplikována na textilií. Dávka je definována jako jedno stříknutí rozprašovače ze vzdálenosti 15 cm do středu textilie. Tato vzdálenost je stanovena s ohledem na kužel rozprachu kapaliny do textilie tak, aby zasáhla co největší plochu vzorku.

Pro úplnost bylo provedeno měření, které sledovalo hmotnost vydané kapaliny při jedné dávce. Měření bylo provedeno na analytických vahách, kdy byla aplikována dávka do středu měřicí plochy vah ze vzdálenosti 15 cm. Výsledky tohoto měření jsou uvedeny v tabulce 14. Průměrně tedy došlo během jedné aplikace k vydání kapaliny o hmotnosti 0,1368 g, tedy přibližně o přírůstek hmotnosti o 2 %.

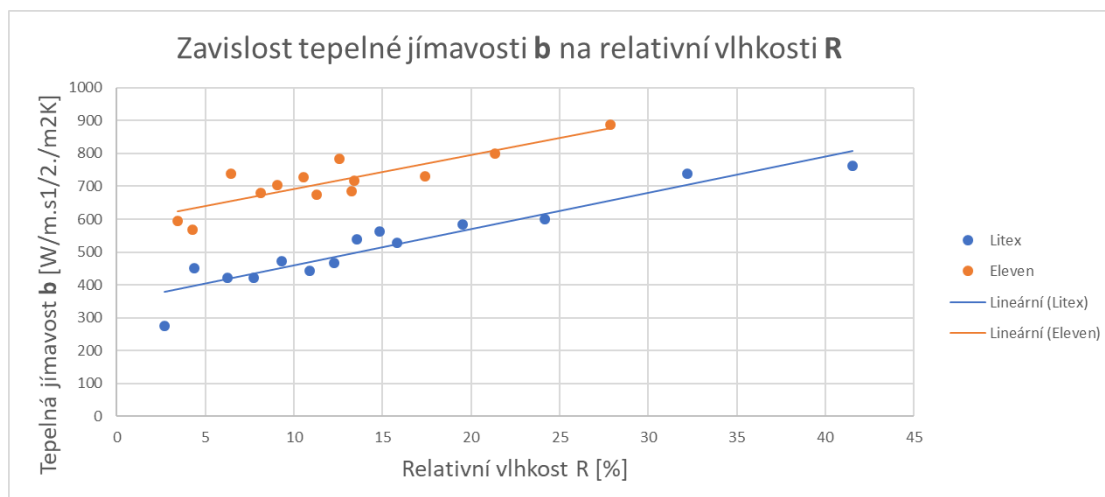
Tab. 14 – Hmotnost 1 dávky pro zvlhčení textile

Dávka	Hmotnost 1 dávky M [g]
1	0,1479
2	0,1266
3	0,1132
4	0,1551
5	0,1463
Průměr	0,1378
Směrodatná odchylka	0,0155

Postup měření

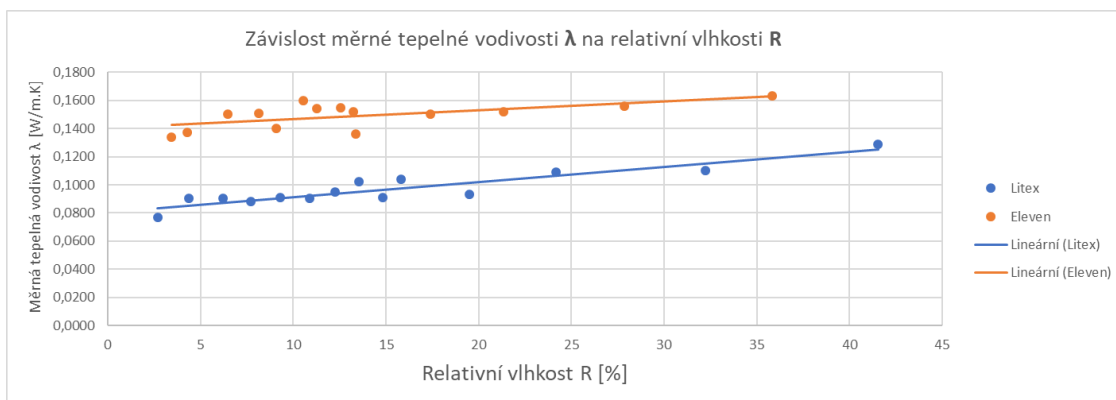
Pomocí rozprašovače byla nanesena jedna dávka do vyznačeného středu textilie ze vzdálenosti 15 cm (Obr. 31). Následně byl vzorek ponechán 1 minutu volně ležet, aby mohlo dojít k nasáknutí a distribuci vlhkosti. Poté byl testovaný vzorek převážen na analytických vahách a přeměřen přístrojem Alambeta. Vzorek byl následně rozložen na rovnou čistou a suchou plochu a celý proces se opakoval. Takto bylo měření provedeno v 10 opakováních. Aby bylo možné přesněji predikovat změny vlastností, byl po těchto 10 přeměřeních využit model, kdy se zvyšovalo množství dávek nanesených na textili, a to vždy o jeden větší. Tzn. 11. měření obsahuje 2 dávky, 12. měření 3 dávky atd. Takto bylo zajištěno větší zvlhčení textilie, a tím i vyšší možnosti odhadu chování textilie při větším zavlhčení textilie. Úplné výsledky měření jsou uvedeny v příloze 7.

Na základě získaných dat jsou graficky vyjádřeny změny ve vlastnostech vzorků v procesu zvlhčení. Aby bylo možné porovnat obě metody měření a zároveň ověřit hypotézu o stanovené hranici komfortu, opět jsou vzorky porovnávány pro veličiny tepelné jímavosti, tepelné vodivosti a plošného odporu vedení tepla v závislosti na relativní vlhkosti. Grafy vyjadřující měření v rámci jednoho vzorku a vlastnosti jsou uvedeny v příloze 8. Vzájemné porovnání značek Litex a Eleven při prvním měření je uvedeno níže.



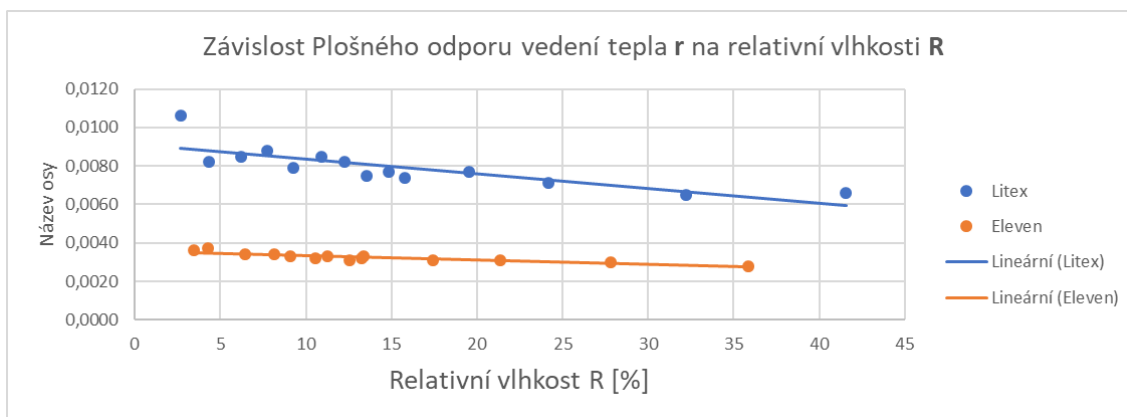
Obr. 32 - Graf závislosti tepelné jímavosti b na relativní vlhkosti R metodou II

Výsledky měření potvrzují předpoklad o vzestupné tendenci v chování textile u parametru tepelné jímavosti. Legíny značky Litex sice vykazují místy větší vychýlení od lineárního stoupaní, nicméně z hlediska dlouhodobé predikce výsledků je jasné, že hodnota tepelné jímavosti je rostoucí funkcí a v porovnání s metodou I se chování této textilie shoduje. Obecně se vzorek Litex ukazuje jako ten s nižší hranicí tepelné jímavosti, stejně jako tomu bylo u metody I, uživatel se bude déle jevit jako komfortnější. Větší rozestupy mezi posledními pokusy měření odpovídají faktu, že dávky byly zvýšeny a tím se začala rychleji zvyšovat relativní vlhkost. Důvodem tohoto zvýšení byla potřeba predikovat chování vzorků v dlouhodobém horizontu. Měření pro značku Eleven poté vykazuje rozdílnou vlhkost, při které bylo naposledy možné textiliu přeměřit pro tepelnou jímavost, oproti grafu vyjadřujícímu tepelnou vodivost. Důvodem byla příliš vysoká hodnota tepelné jímavosti, a tedy i nemožnost na přístroji Alambeta tento parametr vyjádřit.



Obr. 33 – Graf závislosti tepelné vodivosti λ na relativní vlhkosti R metodou II

Metoda II umožňuje sledovat postupný nárůst velikosti tepelné vodivosti, a stejně jako v předchozím grafu je možné predikovat budoucí chování textilie, tedy že bude vzestupného charakteru. V případě tepelné vodivosti vykazuje větší odchylky vzorek značky Eleven. Tento vzorek má stejně jako v přechodném případě obecně vyšší hodnoty proti vzorku Litex, což značí, že legíny značky ELEVEN jsou už od prvního zvlhčení vnímány jako chladnější a s rostoucí nasáklou kapalinou to zvyšuje vnímání nekomfortu.



Obr. 34 – Graf závislosti plošného odporu vedení tepla r na relativní vlhkosti R metodou II

Plošný odpor vedení tepla naměřený touto metodou jasně udává budoucí klesající trend křivky. Vzhledem k podrobným výsledkům je možné přesně vyjádřit závislost relativní vlhkosti na plošném odporu vedení tepla. Z grafu je takto patrné, že i 5% zvlhčení textilie má vliv na měřenou veličinu.

Získaná data a jejich analýza podávají podrobnější informace o chování textilie během testu, tedy podrobnou změnu vlastností během laboratorní simulace užívání legín oproti metodě I. Vzhledem k postupu měření je možné sledovat přesný posun a množství vstřebané tekutiny do vzorku. Optimální počet opakování měření poté přesně určí relativní vlhkost, kterou je možné do textilie nasáknout v kontextu ztráty vlastností. Přes takto získaná fakta je možné vyjádřit vnímání legín z pohledu uživatele – a tím i určit, jak se zachová textilie v konkrétním bodu zavlhčení textilie. Aby bylo možné obě metody porovnat, je provedeno s metodou II opakované měření.

3.3.3 Metoda II – opakované měření

Při této části práce je již možné vycházet z předchozího šetření. Je přesně dané, jaké množství tekutiny se pomocí jedné dávky dostane na textilií, a také víme, jaký je průměrný přírůstek relativní vlhkosti v rámci jednoho kroku takto aplikované vlhkosti. Na základě těchto dat je již měření aplikováno cíl – porovnání metod I a II.

Příprava měření

Vzorky, které budou opětovně podrobeny měření, jsou připraveny stejným způsobem jako v předchozím případě. Nyní je třeba stanovit si velikost dávky pro jedno měření. Je známa průměrná relativní vlhkost po aplikaci 10 dávek na textilií. Toto je vyjádřeno v tabulce 15 níže. Metoda I vyjadřuje hypotézu, že hranice komfortu se nachází v místě 66 % relativní vlhkosti, proto je třeba zvlčit vzorek minimálně k této hranici, aby bylo možné metody vzájemně porovnat.

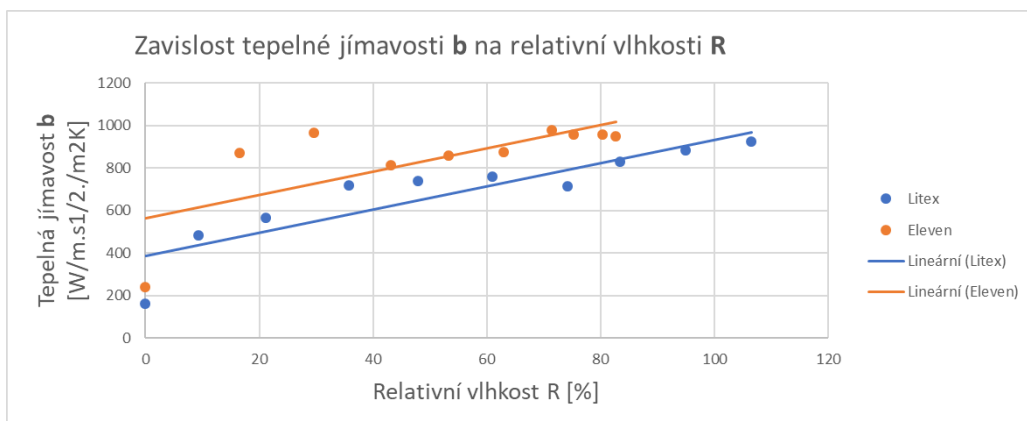
Tab. 15 – Průměrná relativní vlhkost R během měření metodou II

Počet dávek	Relativní vlhkost R [%] v jednotlivých měřeních metody II				Průměrná Relativní vlhkost R [%]
	Litex		Eleven		
1	2,678	2,974	3,429	2,613	3
2	4,362	5,129	4,286	4,477	5
3	6,226	7,035	6,458	6,307	7
4	7,717	8,889	8,127	7,219	8
5	9,286	10,611	9,068	8,494	9
6	10,901	11,393	10,555	9,619	11
7	12,274	11,711	11,276	10,372	11
8	13,547	11,882	12,558	11,329	12
9	14,836	12,507	13,246	12,276	13
10	15,803	13,198	13,391	12,945	14

Pro měření bylo stanoveno požadované minimální zvlhčení 80 %. Při tomto cíli měření s předpokladem 10 replikací měření, je třeba aplikovat na textilií v jednom každém kroku 6 dávek.

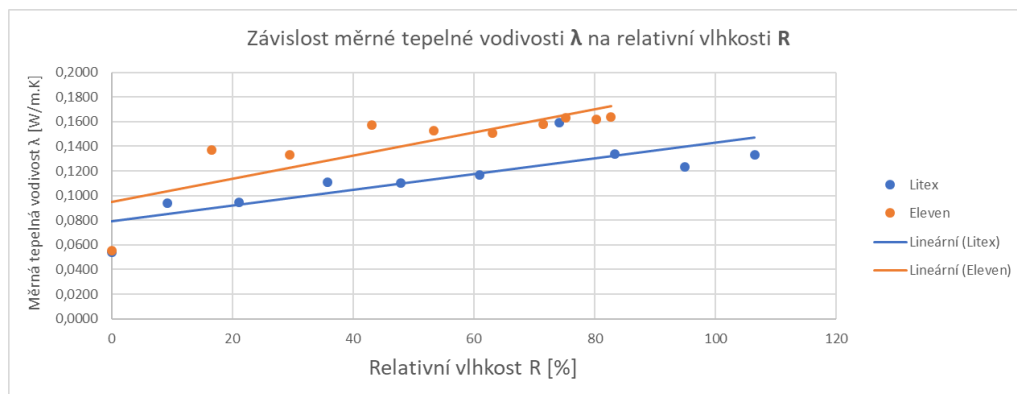
Postup měření

Proces testování je proveden analogicky jako při předchozím měření. Tentokrát je však již každý testovaný vzorek přeměřen pouze v jedné replikaci. Vzorek je zvlhčen potřebným množstvím dávek, následuje čas na distribuci vlhkosti do vzorku. Dále přeměření na Alambetě a analytických vahách. Jsou sledovány a zachycovány vlhkostní ztráty na přístrojích během měření. Průměrná hodnota těchto ztrát z celého jednoho procesu měření je přibližně 0,1 g, což jsou přibližně 2 % z celkové aplikované kapaliny na textilií. Kompletní data z měření jsou uvedena v příloze 9.



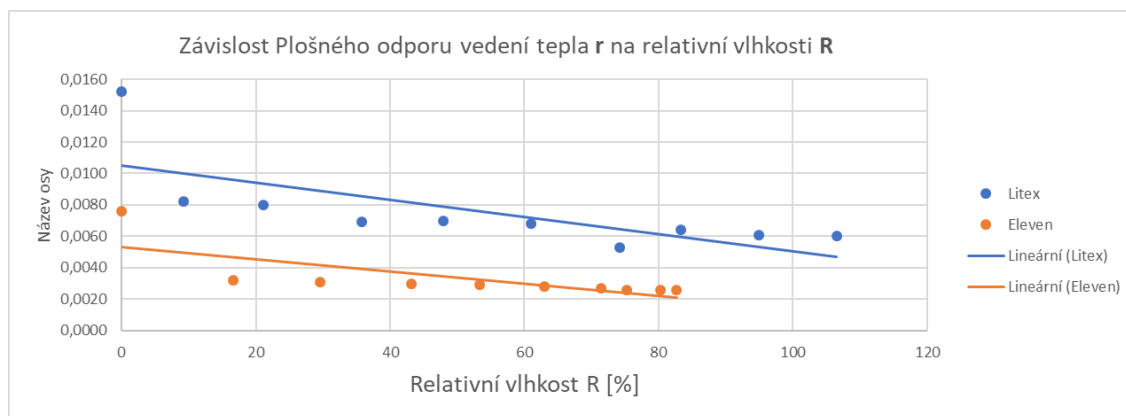
Obr. 35 - Graf závislosti tepelné jímavosti b na relativní vlhkosti R metodou II – opakované měření

Výsledky měření tepelné jímavosti ukazují, jak který vzorek reaguje na zvlhčení. Je zřetelně vidět, že Eleven již po první aplikaci vykazuje velký nárůst tepelné jímavosti. Při pro tento vzorek zřejmě snesitelné hranici funkčnosti nad 43 % se stabilizuje a stoupání je lineární, změna je opět patrná od hranice 71 %, kde již hodnoty stagnují a začínají postupně klesat. Naproti tomu vzorek Litex vykazuje více stabilní chování v rámci této šetřené vlastnosti. Stejně jako u druhé textilie je však patrný velký vzestup v hodnotách do hranice 61 %.



Obr. 36 – Graf závislosti tepelné vodivosti λ na relativní vlhkosti R metodou II – opakované měření

Graf vyjadřující chování testovaných vzorků pro tepelnou jímavost zobrazuje opět vzestupnou tendenci pro oba vzorky. Jako při předchozím šetření v metodě II, i zde je potvrzen fakt o vnímání chladu při zvlhčení – lépe budou uživatelé pravděpodobně hodnotit kalhoty Litex. Ačkoliv jsou výsledky vesměs rovnoměrné, u obou vzorků je patrný trend, kdy se nad hranicí 60 % mění rychlost přenosu tepla. Jasně je to vidět u vzorku Eleven, druhá textilie spíše vykazuje více rovnoměrné výsledky.



Obr. 37 – Graf závislosti plošného odporu vedení tepla r na relativní vlhkosti R metodou II – opakované měření

Oba testované vzorky jasně vykazují trend, kdy již při malém zvlhčení (Litex 9 %, Eleven 17 %) se výrazně mění plošný odpor vedení tepla. Následná tendence obou křivek je klesající bez výrazných odchylek od měření. Pouze při podrobném zkoumání plošného odporu u vzorku Eleven je patrný stagnující stav plošného odporu na hranici 71 % zvlhčení textilie.

3.4 Vyhodnocení experimentu

Lidský organismus je velmi individuální jednotka, nicméně principy termoregulace a vnímání komfortu lze objektivizovat tak, aby bylo možné vyjádřit obecný model pro nalezení hranice komfortu v laboratorních podmínkách. Objektivní model uživatele je popsán v kapitole charakterizující běžecké legíny. Komfort během nošení, který je v práci podrobněji řešen, vyjadřuje schopnost textilního materiálu absorbovat či transformovat vlhkost s ohledem na důsledek změny kontaktních vlastností.

Principy termoregulace popsané ve fyziologické části práce dokazují, jakým způsobem a kdy dochází k přenosu tepla a vlhkosti z povrchu pokožky do okolí. Na základě těchto znalostí lze navrhnout metodiku, která bude simulovat působení organismu během běhu na textilií v laboratorním prostředí. Metodika se zaměřuje pouze na působení organismu na pokožku a tím na textilií, působení dalších vnějších a vnitřních vlivů, jako jsou aktuální fyzický stav a kondice uživatele, povětrnostní podmínky či geografické vlivy, nejsou brány na zřetel. Z těchto skutečností lze navrhnout model, který bude vhodným způsobem plnit cíle měření.

Cíl měření

Vzhledem k tomu, že každý jedinec je individuální jednotkou, nelze provádět analýzu s cílem nalézt data, která by vedla k výsledkům aplikovatelným na jednotlivé uživatele. Je však možné sledovat chování textilie a na základě změn během testování najít hranici, kdy je materiál ještě schopen plnit svou funkci z pohledu uživatele. Tento bod či zlom lze vyjádřit jako hranici, kdy testovaná textilie už není schopna déle udržet trend postupu hodnot a při následném měření dojde ke změně v naměřených hodnotách pro konkrétní vlastnosti. Tento trend je vhodné sledovat ve grafickém znázornění pomocí přesně daných souřadnic bodů a pro úplnost také uvést trendovou křivku. Přesněji je možné tento stav pojmenovat jako bod zvratu. Jde o takovou hodnotu naměřené vlastnosti, kdy už nedochází k další změně, v tomto bodě se komfort nachází ve své hraniční pozici.

V práci jsou řešeny a porovnávány dva způsoby nalezení hranice komfortu textilií. Obě metody mají své výhody i nevýhody. Jsou uvedeny v následující tabulce 14.

Tab. 14 - Porovnání metod měření

	Výhody	Nevýhody
Metoda I	<ul style="list-style-type: none"> • umožňuje nalézt bod 100% zvlhčení textilie • je možné sledovat množství vlhkosti v širším spektru (100 % vlhkosti až např. 30 % vlhkosti) 	<ul style="list-style-type: none"> • při dodržení podmínek měření není možné provést test s absolutně vysušenou textilií • nejedná se realistickou simulaci podmínek užívání legín • dochází k velkým vlhkostním ztrátám na přístrojích a do okolí
Metoda II	<ul style="list-style-type: none"> • lépe simuluje skutečné podmínky užívání běžeckých legín • umožňuje přesně sledovat, s jakým množstvím vlhkosti začíná docházet k vlhkostním ztrátám do okolí • díky dávkovači je možné přesně určit množství nanášené vlhkosti • díky dávkovači dochází k rovnoměrnější distribuci vlhkosti do vzorku • je možné detailně sledovat přírůstek vlhkosti a její vliv na změnu ve vlastnostech textilie 	<ul style="list-style-type: none"> • časová náročnost měření • vyžaduje se specifické množství opakování měření • dochází k vlhkostním ztrátám do okolí, které nelze ovlivnit či zjistit jejich velikost

Navrhovaná metodika (metoda II) je testována na dvou vzorcích běžeckých legín ve třech opakováních. Výsledky jsou následně použity pro vytvoření postupu měření, aby bylo možné porovnat naměřená data s metodou I, která se v laboratořích používá. V následující části je popsán postup, jak měření metodou postupného smáčení provést.

Příprava vzorku

Vzorky o velikosti cca 15 x 15 cm se ponechají v laboratoři o stálých podmínkách teplotních a vlhkostních (cca 20 °C a vlhkost vzduchu 50 %). Dle testovaného materiálu je případně třeba vzorky vysušit v sušičce pro absolutní zbavení vlhkosti, aby bylo možné přesně vyjádřit, kolik vlhkosti textilie pohltila. Do středu vzorku je vytvořen křížek pro určení, kam bude aplikována tekutina. Do rozprašovače je třeba připravit směs detergentu v množství 1 % detergentu na 0,5 l vody.

Postup měření

Nejprve se provede kontrolní převážení a přeměření suchého vzorku, pro pozdější analýzu je třeba znát tento výchozí bod. Na čistou suchou a rovnou plochu je rozprostřen vzorek a z dané vzdálenosti 15 cm se aplikuje dávka detergentu na vzorek. Následuje 1 minuta, během které dojde k distribuci vlhkosti vzorkem. Testovaná textilie je následně převážena a přeměřena na přístroji Alambeta. Podrobný postup práce s přístrojem upravuje příslušná interní norma ISO. Dále je třeba osušit měřicí plochy připraveným ubrouskem, aby bylo možné sledovat také ztráty vlhkosti a přístroj byl řádně připraven před dalším měřením. Postup měření se opakuje, dokud nedojde ke zlomu v chování textilie (zásadní změna vlastností). Vzhledem k charakteru testované textilie je třeba individuálně nastavit počet opakování či množství aplikované dávky tak, aby bylo možné dosáhnout relevantních výsledků. Testy jsou v tuto chvíli provedeny jen pro syntetické vzorky s úpravou a vazbou pro sport.

Hodnocení

Na základě naměřených a zjištěných hodnot je třeba data dále vyhodnotit a zpracovat. Jako stěžejní vlastnosti, které jsou považovány za ukazatele pro vnímání komfortu, slouží tepelná jímavost, tepelná vodivost a plošný odpor vedení tepla. Jak již bylo popsáno v předešlé kapitole, pro tepelnou jímavost a vodivost je žádoucí lineární růst v naměřených hodnotách. Naopak pro plošný odpor vedení tepla je přirozené lineární klesání hodnot. Při vyhodnocení experimentu jsou naměřené vlastnosti vynášeny na osu y tvořeného grafu. Osa x vyjadřuje měřenou relativní vlhkost v procentech. Relativní vlhkost je demonstrována hmotností převáženého vzorku v každém z kroků měření.

Relativní vlhkost

Při vyhodnocení metody I se vycházelo z předpokladu, že první zjištěná hmotnost (hmotnost v okamžiku vyjmutí a odkapání přebytečné vlhkosti ze vzorku) je 100%, při dalším měření se již vlhkost odvíjela od této hodnoty a je počítána následujícím vzorcem. Uvedená veličina m_0 [g] vyjadřuje hmotnost vzorku těsně po vyjmutí z vodní lázně, (100% zvlhčení) a hodnota m_i [g] značí hmotnost vzorku v daném kroku měření.

$$R = 100 \frac{m_0}{m_i} [\%]$$

Nicméně, jak bylo zmíněno výše, tato metoda není vhodná pro simulaci skutečných podmínek užívání. Metoda II je svým postupem bližší skutečným podmínkám užívání. Z postupu měření vyplývá, že 100% vlhkost není známa, nicméně naopak se vychází z předpokladu, že před začátkem měření, je vlhkost 0 %. Respektive množství obsažené vlhkosti je zanedbatelné (viz tab. 9), a tudíž se pro výpočet vychází z obsažené vlhkosti 1 %. Pro osu x jsou hodnoty získány pomocí následujícího vzorce, kde m_0 [g] vyjadřuje počáteční hodnotu suchého vzorku a m_i [g] značí hmotnost vzorku v konkrétním měřeném kroku.

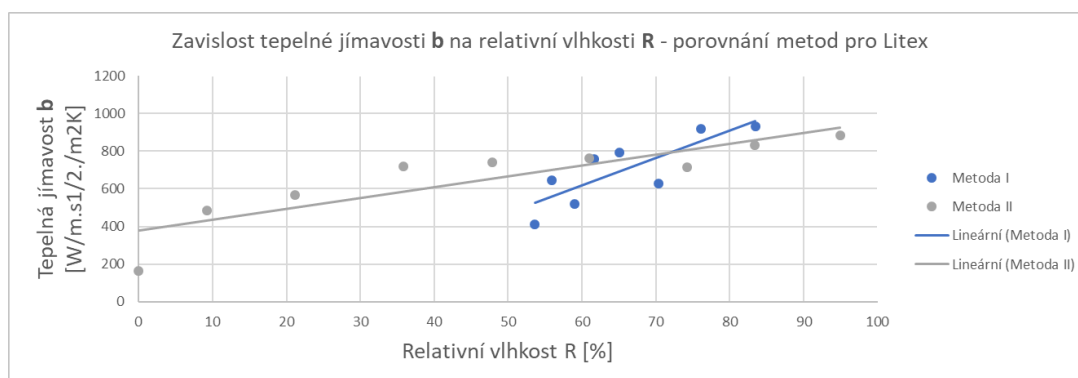
$$R = \frac{m_0}{m_i} [\%]$$

Takto vypočtené hodnoty tvoří osu x. Tedy každý bod spojnicového grafu je tvořen souřadnicí relativní vlhkosti a hodnoty příslušné posuzované vlastnosti. Výsledky jsou následně vynášeny do grafu dle daných souřadnic, dokud není jasně patrný bod zvratu. Proto je třeba počet opakování přizpůsobit individuálně podle testovaného typu textilie. Předpokládá se, že výše zmiňované vlastnosti budou dostačující pro definování hranice komfortu.

Vyhodnocení provedeného experimentu

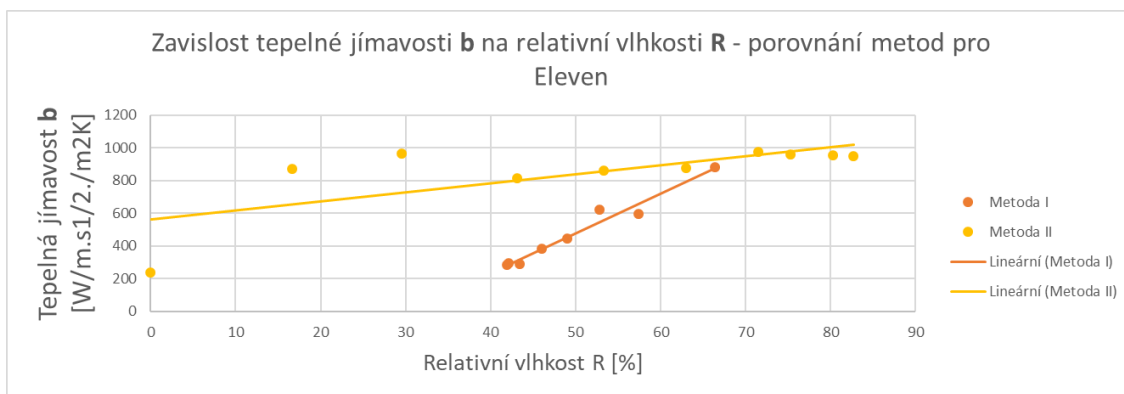
Grafické porovnání naměřených hodnot vzorků Litex a Eleven zobrazené v předchozí kapitole ukazuje chování textilie během měření. Ačkoliv použitá metoda I (postupného vysoušení) vytváří hypotézu o bodu zvratu komfortu, navrhovaná metoda II popsaná výše je pro zjištění hranice komfortu podrobnější, a tím i přesnější pro určení množství vlhkosti, které je schopna textilie pojmout před ztrátou svých vlastností. Svým postupem je však složitější pro dosažení potřebné relativní vlhkosti. V následujících grafech jsou uvedeny křivky porovnávající obou metod.

Tyto dva níže uvedené grafy vyjadřují porovnání metod vždy pro konkrétní měřený vzorek. Jak je již na první pohled patrné, metoda II zobrazuje vyváženější výsledky, bez velkých odchylek. Pomocí vhodně zvolených dávek tak lze sledovat průběh působení relativní vlhkosti na tepelnou jímavost.



Obr. 38 – Graf závislosti tepelné jímavosti b na relativní vlhkosti R – porovnání metod pro značku Litex

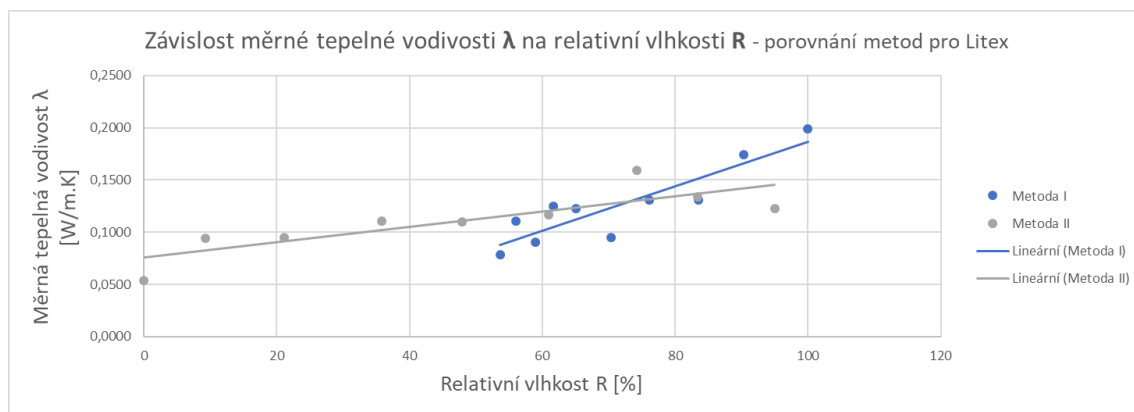
U vzorku Litex nedošlo k potvrzení hypotézy o hranici komfortu 66 % – při měření metodou I je znatelný pokles při 60 %, nicméně výrazný a hledaný zlom zde nenastal, a to i vzhledem k tomu, že při této použité metodě se odchylek nacházelo více, což může značit nerovnoměrnost měření vzhledem k použité metodice. Pokud se čtenář zaměří na výsledky z aplikované metody II, je zde viditelný zlom při hranici 74 %, lze ho považovat za hledaný bod.



Obr. 39 – Graf závislosti tepelné jímovosti b na relativní vlhkosti R – porovnání metod pro značku Eleven

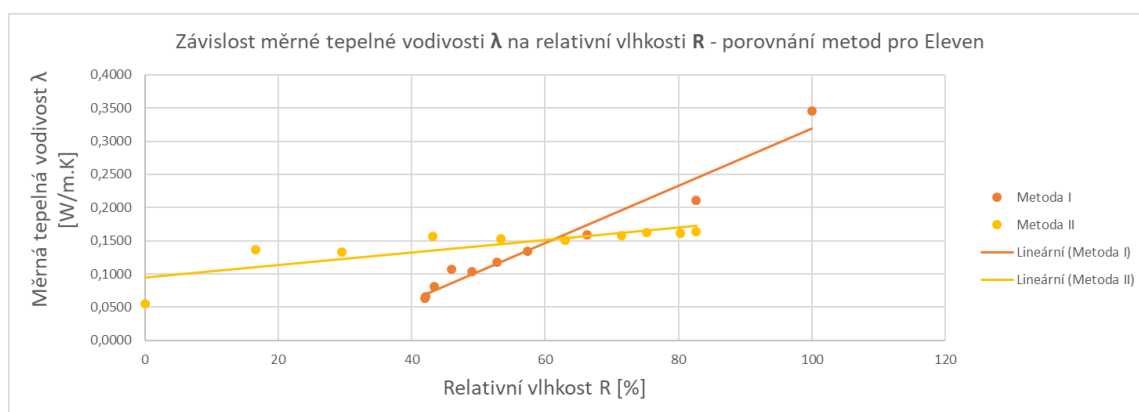
U hodnocení značky Eleven bylo měření rovnoměrnější u obou použitých metod. Zlom je u metody I patrný při hranici 57 %, metoda II jej zaznamenala již při 43 % zvlhčení. Vzhledem k použitým metodikám pro zjištění zlomu se zdá pravděpodobnější hranice, kterou vykazuje měření metodou II. Důvodem je celkově zvolený postup, který ukazuje celý průběh zvlhčení, tedy suchého vzorku až k téměř 100 % a to pod kontrolovanými dávkami vlhkosti.

Jak je na první pohled patrné, použitá metoda II opět dává čtenáři adekvátnější přehled o chování textilie při měření tepelné vodivosti. Lze sledovat postup až hranici nad 80 % zvlhčení vzorků. Hledaný bod zvratu, který byl hypotézou navržen, zde opět není jednoznačně potvrzený.



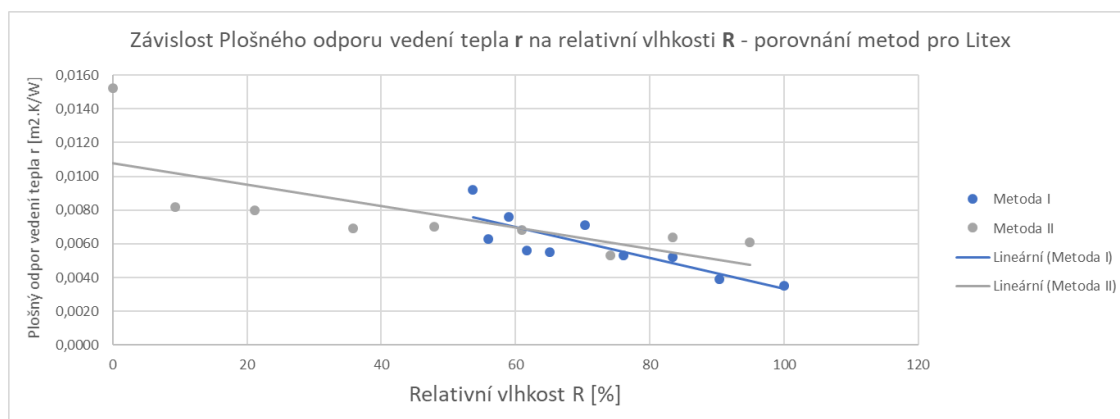
Obr. 40 – Graf závislosti tepelné vodivosti λ na relativní vlhkosti R – porovnání metod pro značku Litex

Při pozorném zkoumání grafu značky Litex je patrná hranice komfortu v metodě II při 74 % zvlhčení a u metody I dokonce až u 83 %. Opět je zde patrný velký rozptyl hodnot u použité metody I. Důvodem může být právě zvolený postup měření, kdy není přesně pod kontrolou množství vlhkosti, která je obsažena v textilií.



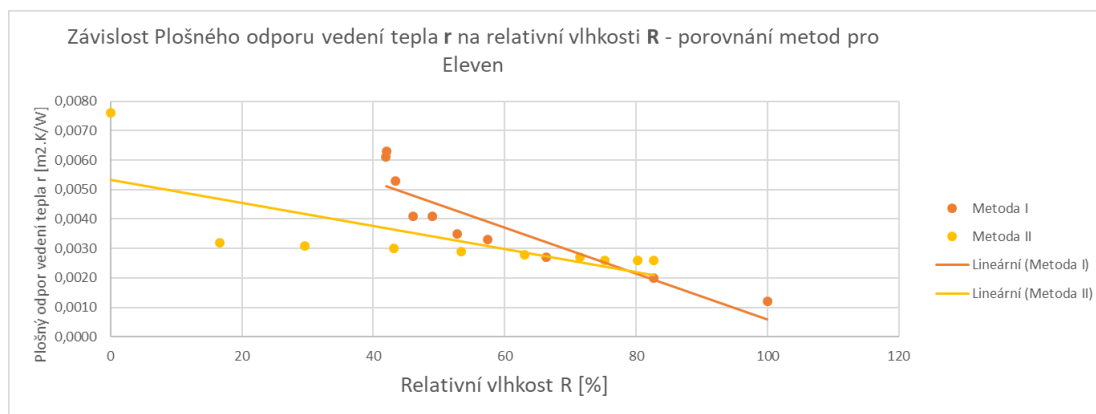
Obr. 41 – Graf závislosti tepelné vodivosti λ na relativní vlhkosti R – porovnání metod pro značku Eleven

Data z použité metody I pro vzorek Eleven jsou téměř analogická s naměřenými výsledky pro první vzorek – 83 %, pro druhou metodu je zvlhčení pozvolného rázu a tady bod zvratu není tolik znatelný. Odchylku je možné sledovat při 30 % relativní vlhkosti, nicméně v tomto případě se může jednat pouze o chybu při měření, nikoli o relevantní ukazatel vypovídající o komfortu v dané vlastnosti.



Obr. 42 – Graf závislosti plošného odporu vedení tepla r na relativní vlhkosti R metodou II – porovnání metod pro značku Litex

Při podrobném zkoumání grafu porovnání metod pro značku Litex je zde opět patrný trend, který bylo možné vidět již při předchozích grafických znázornění výsledků, tedy že metoda I se vyznačuje velmi nerovnoměrnými výsledky šetření, oproti alternativní metodě II. Během hodnocení plošného odporu vedení tepla je možné vysledovat shodu mezi použitými metodami – tedy hledaný zlom, a to při naměření hranici 71 % (metoda II) a 74 % (metoda I). Ačkoliv tyto výsledky nepotvrzují původní hypotézu, lze s nimi dále pracovat jako s relevantní odpovědí vzhledem k tomu, že se výsledky aplikovaných metod téměř shodly.



Obr. 42 – Graf závislosti plošného odporu vedení tepla r na relativní vlhkosti R metodou II – porovnání metod pro značku Eleven

Porovnání značky Eleven již není tak jednoznačné jako v předchozím případě. Naopak je zde patrna možná chyba, kterou vykazuje použitá metoda I – týká se vlivu množství vlhkosti a jeho působení na textilii v případě využití naprosto opačných metod měření, tedy, že metoda I vykazuje možné nepřesné údaje vzhledem k prvotnímu 100% zvlhčení vzorku.

Porovnání obou užitých metod ukázalo a potvrdilo výše zmíněné výhody i nevýhody použitého měření. Ačkoliv metoda I umožňuje nalezení hranice 100% relativní vlhkosti, může v případě některých vzorků vykazovat velké odchylky a celkově může dojít k nepřesným výsledkům. Naproti tomu metoda II zobrazuje postupný trend, kterým se jednotlivé křivky charakterizují, lze tak přesně sledovat chování textilie v konkrétním kroku. Na základě výše uvedených grafů lze vyjádřit odpověď k hledané hranici komfortu. Původní hypotéza stanovená při hodnocení výsledků první metodou, že se hranice komfortu nachází při 66 % relativní vlhkosti, je přinejmenším nepřesná. Jak bylo možné sledovat při porovnání metod, pro každý z hodnocených vzorků napříč měřeními vlastnostmi dochází ke zlomu v jiném místě. Tyto odchylky je možné přisoudit právě odlišnosti použitých metod. Z toho důvodu je vhodné hranici komfortu vyjádřit spíše jako interval, kde se tento bod nachází a následně doporučit postup pro další výzkum, jak tento interval co nejvíce zpřesnit a tím i zúžit. Vzhledem k získaným datům se interval hranice komfortu nachází mezi 71 – 83 % pro legíny značky Litex a 30 – 43 % v případě značky Eleven. Takto rozdílné výsledky pro oba vzorky jsou potvrzením, že je třeba podrobného šetření pro různé typy textilií a že každý vyžaduje individuální přístup a stanovení podmínek pro zjištění výše zmíněné hranice.

Pro zjištění bodu zvratu metodou II je třeba upravit postup či optimalizovat měření v závislosti na použité textilii. Pro tuto úpravu je možné zvážit několik variant postupu.

- Změnit počet aplikovaných dávek v jednom kroku
- Změnit vzdálenost rozprašovače od textilie při aplikaci dávky
- Změnit použitý rozprašovač
- Aplikovat dávky do různých míst textilie

Změna počtu aplikovaných dávek v jednom kroku

Tento navrhovaný postup říká, že je třeba v rámci jednoho měření zvýšit množství přijaté vlhkosti do textilie. Vzhledem k tomu, že je známa velikost jedné dávky, je možné přesně regulovat aplikované množství, a tím mít přesně pod kontrolou přijatou vlhkost vzorkem. Celkově tak experiment dosáhne plnohodnotnějších výsledků ve zkráceném čase. Tato úprava má jistý potenciál a lze ji více rozpracovat v dalších samostatném experimentu.

Změna vzdálenosti rozprašovače od textilie při aplikaci dávky

Změnou vzdálenosti je možné dosáhnout většího množství aplikované tekutiny. Je však třeba přemýšlet nad tím, zda se při velkém přiblížení rozprašovače zkouška příliš nepodobná testu se simulací potního impulsu. Nevýhodou může být také přílišné zvlhčení textilie v rámci jedné dávky, a tím nepřesné vyjádření bodu zvratu.

Změna použitého rozprašovače

Využitím jiného aplikátoru lze docílit přesnější dávky a většího množství vstřebané kapaliny, nicméně zde mohou vznikat chyby měření způsobené nepřesně směřovanou dávkou a při takové aplikaci může dojít k velkým rozdílům mezi nasáklou kapalinou a ztrátou do okolí.

Aplikace dávky do různých míst textilie

Díky této změně je možné docílit většího rozprostření kapaliny do vzorku, nicméně s aktuální velikostí dávky není zajištěno dosažení žádoucích výsledků.

Z navrhovaných postupů je optimální úpravou změna velikosti dávky. Dalším podrobnějším testováním lze dosáhnout optimálního množství pro aplikaci a dosažení požadované relativní vlhkosti.

Celkově lze experiment a jeho dílčí části měření vyhodnotit jako úspěšný a vhodný pro budoucí výzkum. Jak bylo zjištěno metodou I, bod zvratu přichází při relativní vlhkosti 66 %. Změna počtu dávek při využití metody II potom zajistí dosažení těchto výsledků s přesnějším vyjádřením o chování textilie. Také je důležité v tomto bodě zmínit, že vyjádřené hodnoty v analyzovaných vzorcích zároveň ukazují dolní a horní hranice pro hodnoty dalších 5 vzorků textilií, tzn. že hodnoty legín, které byly řešeny v rámci primárního testování, pravděpodobně nabývají hodnot, které leží v intervalu dat mezi Litex a Eleven. Jde však pouze o hypotézu, jenž dává prostor budoucímu šetření.

4. Závěr

Cílem práce je snaha o nalezení hranice komfortu běžeckých legín pro jejich uživatele při běžecké zátěži simulované v laboratorních podmínkách. Tohoto cíle je dosaženo pomocí rozsáhlé analýzy 7 vzorků dámských legín určených pro běh.

První, teoretická část je zaměřena na definování základních termínů a pojmenování souvislostí potřebných pro řešení práce. Jsou charakterizovány termíny z oboru textilního a dále z oblasti základní fyziologie člověka a jeho chování během fyzické aktivity. Z těchto znalostí je následně vycházeno při hodnocení práce.

Praktická část práce je rozdělena do tří oddílů. První kapitola charakterizuje testované vzorky – jejich materiálové složení, použitou vazbu a plošnou hmotnost. Spolu s informacemi o vzorcích jsou zde uvedeny také bližší informace o výrobcích legín, které byly při testování použity.

Další kapitola praktické části se zabývá primárním měřením vzorků. Pomocí přístroje Alambeta a analytických vah jsou provedena a vyhodnocena měření v suchém stavu a za pomoci simulace potního impulsu. Díky této analýze získává čtenář základní ponětí o vlastnostech, které legíny nabývají. Také jsou v této části pomocí známkové metody vybrány dva nejvíce odlišné vzorky, které se následně podrobí dalšímu šetření.

Následné sekundární měření se týká dvou vybraných vzorků. Toto měření je rozděleno na dva dílčí oddíly, ve kterých se každý vzorek hodnotí pomocí dvou odlišných metod, přičemž metoda I spočívá ve smočení a postupném vysoušení testované textilie. Metoda II následně využívá opačného postupu, tedy postupného smáčení vzorku. Měření je provedeno ve třech replikách pro oba vzorky a výsledky jsou graficky vyhodnoceny. S ohledem na cíl práce je následně provedeno opakované měření metodou II, důvodem je zjištění takových hodnot, aby bylo možné testované metody vzájemně posoudit a označit hledaný bod zvratu. Poslední a nejzásadnější část práce se věnuje vyhodnocení celého experimentu. Definuje hledaný bod zvratu. Obsahuje porovnání obou metod v kontextu postupu měření a získaných výsledků a hodnotí, která z metod je bližší skutečným podmínkám užití. Je zde podrobně popsána použitá metoda II a její potenciál pro budoucí měření. Díky svým podrobným výsledkům nabízí prostor pro další využití a širší

rozpracování metody pro měření bodu komfortu textilií. Je zde také uvedeno několik variant pro optimalizaci měření k získání co nejpřesnějších výsledků.

Ačkoli metod pro měření komfortu tak, jak jej vnímá uživatel, je několik, je zde stále velký prostor pro výzkum. Příkladem snahy o řešení problematiky simulace měření komfortních vlastností v laboratorních podmínkách je zpracování ve skriptech Prof. Ing. Hese, DrSc. a Bc. Sluky [3]. V praxi se však využívá zpravidla jeden (odpovídající metodě I), nicméně jeho využití nekoresponduje se skutečnými podmínkami užívání. Navrhovaná metodika proto může být novým impulzem pro nalezení přesnějších postupů, a tím i relevantnějších výsledků v oblasti hranice komfortu. Potenciál v tomto směru uvítají jak vědci, tak výrobci tohoto zboží, kterým znalost bodu zvratu umožní další výzkum v oblasti zlepšení svých produktů.

Zdroje

- [1] HAVLÍČKOVÁ, Ladislava, a kolektiv. Fyziologie tělesné zátěže I. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2004. ISBN 80-7184-875-1
- [2] JÁNSKÝ, Ladislav. Vývojová fyziologie – I. Základy termoregulace. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, n. p., 1990. ISBN 17-198-90
- [3] KOLEKTIV AUTORŮ FYZIOLOGICKÉHO ÚSTAVU. Nárys fyziologie člověka. Sešit III. A. Uspořádal: Stanislav TROJAN. Lektoroval: Lubor VOKROUHLICKÝ. Praha: Univerzita Karlova, 1994. ISBN: 80-7066-905-5
- [4] HES L., SLUKA P.: Úvod do komfortu textilií. Skriptum TU Liberec, 2005, 109 s. ISBN 80-7083-926-0
- [5] KNÍŽEK, Roman, Ing. Oděvy pro sportovní a outdoorové aktivity. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013. ISBN 978-80-7494-012-5
- [6] STANĚK, Jaroslav, Standardizace textilních výrobků I. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7372-029-9
- [7] STANĚK, Jaroslav, Textilní zbožíznalství. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006. ISBN 80-7372-147-3
- [8] MILITKÝ, Jiří, Textilní vlákna. Klasická a speciální. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. ISBN: 80-7083-644-X
- [9] ŠTOČKOVÁ, Hana. Textilní zbožíznalství – Pleteniny. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006. ISBN: 80-7372-114-7
- [10] NESSISPORT. POZNAJ NASZĄ HISTORIĘ [online]. [cit. 2018-08-20]. Dostupné z: <https://www.nessi-sport.com/poznaj-nasza-historie.html>
- [11] ELEVEN. O společnosti Eleven sportswear [online]. © 2010-2016 [cit. 2018-09-01]. Dostupné z: <http://www.eleven.cz/o-spolecnosti-eleven-sportswear>
- [12] LITEX [online]. [cit. 2018-09-01]. Dostupné z: <http://www.litex.cz/>
- [13] NTENIS. O značce NIKE [online]. [cit. 2018-09-01]. Dostupné z: <https://ntenis.cz/o-znacce>

- [14] Wikipedia. Adidas [online]. © 2016 [cit. 2018-09-01]. Dostupné z:
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Adidas>
- [15] CRAFT. O Craftu [online]. © 2016 [cit. 2018-09-01]. Dostupné z:
<http://www.craft.cz/o-nas>
- [16] KariTraa. Historie [online]. [cit. 2018-09-01]. Dostupné z:
<http://karitraa.norskamoda.cz/o-kari-traa/historie/>
- [17] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Územní teploty. © 2018[online]. [cit. 2018-09-12]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty#>
- [18] PŘÍRODNÍ STAVBA. Součinitel tepelné vodivosti λ . © 2018 [online]. [cit. 2018-09-12]. Dostupné z: <http://www.prirodnistavba.cz/popup/soucinitel-tepelne-vodivosti-33e.html>
- [19] [IN 23-304-02/01. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004](#)
- [20] MILDE, David. Analýza rozptylu. Katedra analytické chemie – UP v Olomouci. © 2018 [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z: <http://ach.upol.cz/user-files/intranet/09-anova-2011-1320420399.pdf>
- [21] VÍCEROZMĚRNÉ ANALYTICKÉ METODY. Analýza rozptylu. Fsp.s.muni.cz. © 2012 [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z:
http://www.fsp.s.muni.cz/~sebera/vicerozmerna_statistika/anova.html
- [22] MATEMATICKÁ BIOLOGIE. Spearmanův korelační koeficient. Portal.matematickabiologie.cz [online]. [cit. 2018-08-04]. Dostupné z:
<http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickych-a-biologickych-dat--analyza-a-management-dat-pro-zdravotnicke-obory--zaklady-korelacni-analyzy--spearmanuv-korelacni-koeficient>
- [23] KOČÁRKOVÁ, Jaroslava. Pocit tepla a sucha patří ke komfortu textilií. Technický týdeník [online]. 2006 [cit. 2018-11-19]. Dostupné z:
https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/pocit-tepla-a-sucha-patri-ke-komfortu-modernich-textilii_14243.html
- [24] IN 23-304-01/01. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obrázek 1 – Logo Nesisport

Obrázek 2 – Lící a rubní strana Nesisport pod makroskopem

Obrázek 3 – legíny značky Nesisport

Obrázek 4 – Logo Eleven

Obrázek 5 – Lící a rubní strana Eleven pod makroskopem

Obrázek 6 – Legíny značky Eleven

Obrázek 7 – Logo Litex

Obrázek 8 – Lící a rubní strana Litex pod makroskopem

Obrázek 9 – Legíny značky Litex

Obrázek 10 – Logo Nike

Obrázek 11 – Lící a rubní strana Nike pod makroskopem

Obrázek 12 – Legíny značky Nike

Obrázek 13 – Logo Adidas

Obrázek 14 – Lící a rubní strana Adidas pod makroskopem

Obrázek 15 – Legíny značky Adidas

Obrázek 16 – Logo Craft

Obrázek 17 – Lící a rubní strana Craft pod makroskopem

Obrázek 18 – Legíny značky Craft

Obrázek 19 – Logo Kara Traa

Obrázek 20 – Lící a rubní strana Kara Traa pod makroskopem

Obrázek 21 – Legíny značky Kara Traa

Obrázek 22 – Krabicový graf měrné tepelné vodivosti λ – měření v suchém stavu

Obrázek 23 – Krabicový graf tepelné jímavosti b – měření v suchém stavu

Obrázek 24 – Krabicový graf plošného odporu vedení tepla r – měření v suchém stavu

Obrázek 25 – Krabicový graf měrné tepelné vodivosti λ – simulace potního impulsu

Obrázek 26 – Krabicový graf tepelné jímavosti b – simulace potního impulsu

Obrázek 27 – Krabicový graf plošného odporu vedení tepla r – simulace potního impulsu

Obrázek 28 – Graf závislosti tepelné jímavosti b na relativní vlhkosti R metodou I

Obrázek 29 – Graf závislosti tepelné vodivosti λ na relativní vlhkosti R metodou I

Obrázek 30 – Graf závislosti plošného odporu vedení tepla r na relativní vlhkosti R metodou I

Obrázek 31 – Nástřík dávky na vzorek

Obrázek 32 – Graf závislosti tepelné jímavosti b na relativní vlhkosti R metodou II

Obrázek 33 – Graf závislosti tepelné vodivosti λ na relativní vlhkosti R metodou II

Obrázek 34 – Graf závislosti plošného odporu vedení tepla r na relativní vlhkosti R metodou II

Obrázek 35 – Graf závislosti tepelné jímavosti b na relativní vlhkosti R metodou II – opakované měření

Obrázek 36 – Graf závislosti tepelné vodivosti λ na relativní vlhkosti R metodou II – opakované měření

Obrázek 37 – Graf závislosti plošného odporu vedení tepla r na relativní vlhkosti R metodou II – opakované měření

Obrázek 38 – Graf závislosti tepelné jímavosti b na relativní vlhkosti R porovnáním metod pro značku Litex

Obrázek 39 – Graf závislosti tepelné jímavosti b na relativní vlhkosti R porovnáním metod pro značku Eleven

Obrázek 40 – Graf závislosti tepelné vodivosti λ na relativní vlhkosti R porovnáním metod pro značku Litex

Obrázek 41 – Graf závislosti tepelné vodivosti λ na relativní vlhkosti R porovnáním metod pro značku Eleven

Obrázek 42 – Graf závislosti plošného odporu vedení tepla r na relativní vlhkosti R porovnáním metod pro značku Litex

Obrázek 43 – Graf závislosti plošného odporu vedení tepla r na relativní vlhkosti R porovnáním metod pro značku Eleven

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Parametry testovaných legín

Tabulka 2 – Výsledky měření v suchém stavu

Tabulka 3 – Vzorce pro výpočet jednofaktorové ANOVY

Tabulka 4 – Výsledky ANOVY pro jednotlivé vlastnosti

Tabulka 5 – Výsledky měření se simulací potního impulsu

Tabulka 6 – Výsledky ANOVY pro jednotlivé vlastnosti – Simulace potního impulsu

Tabulka 7 – Výsledky známkové metody

Tabulka 8 – Výsledky PERMETEST pro Litex

Tabulka 9 – Výsledky PERMETEST pro Eleven

Tabulka 10 – Podmínky v laboratoři během Sekundárního měření I.

Tabulka 11 – Sledování změny hmotnosti během sušení

Tabulka 12 – Vlhkostní ztráty na měřicích plochách přístroje

Tabulka 13 – Podmínky v laboratoři během Sekundárního měření II.

Tabulka 14 – Hmotnost 1 dávky pro zvlhčení textile

Tabulka 15 – Průměrná relativní vlhkost R během měření metodou II

Tabulka 16 – Porovnání metod měření

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Výsledky měření za sucha

Příloha 2 – Kompletní výsledky ANOVY

Příloha 3 – Výsledky měření – Simulace potního impulzu

Příloha 4 – Kompletní výsledky ANOVY – Simulace potního impulzu

Příloha 5 – Výsledky měření metody I

Příloha 6 – Grafické znázornění výsledků měření pro Litex a Eleven metodou I

Příloha 7 – Výsledky měření metody II

Příloha 8 – Grafické znázornění výsledků měření pro Litex a Eleven metodou II

Příloha 9 – Výsledky měření opakovanou metodou II

Příloha 1

Vzorek 1 - Nessi sport	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,59	171	0,0091	0,0141	0,0634	0,468
2	0,56	174	0,0087	0,0138	0,0645	0,517
3	0,5	157	0,0088	0,0014	0,0576	0,487
4	0,6	194	0,0088	0,0123	0,0681	0,534
5	0,57	193	0,0085	0,0122	0,0674	0,537
Průměr	0,5640	177,8000	0,0088	0,0108	0,0642	0,5086
Směrodatná odchylka	0,0391	15,7067	0,0002	0,0053	0,0042	0,0302

Vzorek 2 - Nike	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,71	203	0,0108	0,0106	0,0662	0,491
2	0,75	188	0,0116	0,0117	0,0642	0,462
3	0,71	184	0,0111	0,0121	0,0639	0,46
4	0,76	178	0,0125	0,0117	0,0610	0,451
5	0,77	177	0,0124	0,0124	0,0623	0,442
Průměr	0,7400	186,0000	0,0117	0,0117	0,0635	0,4612
Směrodatná odchylka	0,0283	10,5119	0,0008	0,0007	0,0020	0,0185

Vzorek 3 - Adidas	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,72	182	0,0099	0,0160	0,0728	0,566
2	0,71	172	0,0104	0,0156	0,0679	0,529
3	0,69	163	0,0103	0,0169	0,0672	0,528
4	0,7	179	0,0096	0,0165	0,0727	0,556
5	0,71	195	0,0097	0,0141	0,0730	0,575
Průměr	0,7060	178,2000	0,0100	0,0158	0,0707	0,5508
Směrodatná odchylka	0,0114	11,9038	0,0004	0,0011	0,0029	0,0214

Vzorek 4 - Craft	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,56	180	0,0088	0,0125	0,0637	0,470
2	0,59	189	0,0089	0,0122	0,0661	0,483
3	0,59	181	0,0089	0,0134	0,0661	0,478
4	0,57	170	0,0084	0,0155	0,067	0,481
5	0,57	185	0,0088	0,0123	0,0651	0,489
Průměr	0,5760	181,0000	0,0088	0,0132	0,0656	0,4802
Směrodatná odchylka	0,0134	7,1063	0,0002	0,0014	0,0013	0,0070

Vzorek 5 - Kari Traa	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,53	204	0,0071	0,0136	0,0750	0,551
2	0,53	199	0,0071	0,0142	0,0747	0,533
3	0,55	193	0,0073	0,0150	0,0746	0,533
4	0,55	197	0,0075	0,0135	0,0725	0,531
5	0,55	208	0,0072	0,0132	0,0757	0,540
Průměr	0,5420	200,2000	0,0072	0,0139	0,0745	0,5376
Směrodatná odchylka	0,0110	5,8907	0,0002	0,0007	0,0012	0,0082

Vzorek 6 - Litex	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,87	150	0,0137	0,0178	0,0632	0,380
2	0,84	147	0,0137	0,0176	0,0615	0,379
3	0,85	166	0,0132	0,0153	0,0649	0,404
4	0,85	168	0,0132	0,0145	0,0642	0,398
5	0,87	170	0,0128	0,0160	0,0679	0,405
Průměr	0,8560	160,2000	0,0133	0,0162	0,0643	0,3932
Směrodatná odchylka	0,0134	10,8259	0,0004	0,0014	0,0024	0,0128

Vzorek 7 - Eleven	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,56	248	0,0069	0,0108	0,0812	0,705
2	0,55	253	0,0068	0,0101	0,0804	0,720
3	0,54	239	0,0069	0,0107	0,0783	0,695
4	0,56	247	0,0071	0,0101	0,0787	0,679
5	0,56	236	0,0071	0,0111	0,0786	0,680
Průměr	0,554	244,6	0,00696	0,0106	0,07944	0,6958
Směrodatná odchylka	0,008944	6,949820142	0,000134164	0,0004	0,001281796	0,017340704

Příloha 2

Anova: jeden faktor

Měrná tepelná vodivost b [W/m.s1/2./m2K]

Faktor

<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>
Sloupec 1	5	0,321	0,064	1,7435E-05
Sloupec 2	5	0,318	0,064	3,907E-06
Sloupec 3	5	0,354	0,071	8,447E-06
Sloupec 4	5	0,328	0,066	1,58E-06
Sloupec 5	5	0,373	0,075	1,435E-06
Sloupec 6	5	0,322	0,064	5,593E-06
Sloupec 7	5	0,397	0,079	1,643E-06

ANOVA pro Měrnou tepelnou vodivost

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	0,001	6,000	0,000	33,287	0,000	2,445
Všechny výběry	0,000	28,000	0,000			

Celkem	0,001303	34
--------	----------	----

Anova: jeden faktor

Tepelná jímavost λ [W/m.K]

Faktor

<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>
Sloupec 1	5	889	177,8	246,7
Sloupec 2	5	930	186	110,5
Sloupec 3	5	891	178,2	141,7
Sloupec 4	5	905	181	50,5
Sloupec 5	5	1001	200,2	34,7
Sloupec 6	5	801	160,2	117,2
Sloupec 7	5	1223	244,6	48,3

ANOVA pro Tepelnou jímavost

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	21788,74	6	3631,457	33,91169	1,36E-11	2,445259
Všechny výběry	2998,4	28	107,0857			
Celkem	24787,14	34				

Anova: jeden faktor **Plošný odpor vedení tepla r [m².K/W]**

Faktor

<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>
Sloupec 1	5	0,044	0,009	4,7E-08
Sloupec 2	5	0,058	0,012	5,77E-07
Sloupec 3	5	0,050	0,010	1,27E-07
Sloupec 4	5	0,044	0,009	4,3E-08
Sloupec 5	5	0,036	0,007	2,8E-08
Sloupec 6	5	0,067	0,013	1,47E-07
Sloupec 7	5	0,035	0,007	1,8E-08

ANOVA

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	0,000	6,000	0,000	190,269	0,000	2,445
Všechny výběry	0,000	28,000	0,000			
Celkem	0,000	34,000				

Příloha 3

Vzorek 1 - Nessi sport	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,52	757	0,0037	0,0340	0,14	1,06
2	0,53	782	0,0021	0,0760	0,147	0,81
3	0,5	573	0,0046	0,0370	0,11	0,85
4	0,52	758	0,0034	0,0123	0,154	1,06
5	0,52	734	0,0026	0,0320	0,201	1,06
Průměr	0,5180	720,8000	0,0033	0,0383	0,1504	0,9680
Směrodatná odchylka	0,0110	84,3487	0,0010	0,0232	0,0329	0,1268

Vzorek 2 - Nike	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,66	748	0,0049	0,0320	0,1340	1,06
2	0,7	662	0,0059	0,0320	0,1190	0,997
3	0,71	215	0,0311	0,0670	0,0558	0,253
4	0,69	606	0,0064	0,0390	0,1090	0,886
5	0,63	612	0,0052	0,0320	0,1210	0,893
Průměr	0,6780	568,6000	0,0107	0,0404	0,1078	0,8178
Směrodatná odchylka	0,0327	205,6837	0,0114	0,0152	0,0304	0,3241

Vzorek 3 - Adidas	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,64	657	0,0039	0,0770	0,1473	0,190
2	0,66	568	0,0039	0,0670	0,1655	0,485
3	0,65	674	0,0038	0,0640	0,1710	0,106
4	0,65	559	0,0047	0,0600	0,1370	0,992
5	0,67	929	0,0032	0,0500	0,2070	0,106
Průměr	0,6540	677,4000	0,0039	0,0636	0,1656	0,3758
Směrodatná odchylka	0,0114	149,7641	0,0005	0,0099	0,0269	0,3781

Vzorek 4 - Craft	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,51	869	0,0037	0,0300	0,1617	1,060
2	0,53	852	0,0035	0,0320	0,152	1,060
3	0,61	954	0,0045	0,0390	0,0858	0,225
4	0,50	958	0,0031	0,0280	0,161	1,060
5	0,49	980	0,0030	0,0280	0,163	1,060
Průměr	0,5280	922,6000	0,0036	0,0314	0,1447	0,8930
Směrodatná odchylka	0,0482	57,8602	0,0006	0,0046	0,0332	0,3734

Vzorek 5 - Kari Traa	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,55	845	0,0034	0,0350	0,1271	0,146
2	0,50	867	0,0031	0,0360	0,1640	0,106
3	0,49	721	0,0040	0,0280	0,1210	0,106
4	0,48	965	0,0048	0,0300	0,1118	0,123
5	0,51	817	0,0035	0,0310	0,1450	0,106
Průměr	0,5060	843,0000	0,0038	0,0320	0,1338	0,1174
Směrodatná odchylka	0,0270	88,0682	0,0007	0,0034	0,0208	0,0176

Vzorek 6 - Litex	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,78	171	0,0149	0,0940	0,0522	0,473
2	0,79	341	0,0097	0,0580	0,0823	0,653
3	0,78	502	0,0077	0,0400	0,1010	0,473
4	0,80	742	0,0055	0,0380	0,1450	0,769
5	0,79	550	0,0074	0,0370	0,1060	0,102
Průměr	0,7880	461,2000	0,0090	0,0534	0,0973	0,4940
Směrodatná odchylka	0,0084	216,2538	0,0036	0,0243	0,0340	0,2527

Vzorek 7 - Eleven	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]
1	0,48	921	0,0023	0,0490	0,2040	1,060
2	0,49	477	0,0039	0,0680	0,1250	0,841
3	0,48	673	0,0033	0,0460	0,1450	0,926
4	0,48	977	0,0023	0,0460	0,2100	1,060
5	0,49	974	0,0022	0,0550	0,2270	1,060
Průměr	0,484	804,4	0,0028	0,0528	0,1822	0,9894
Směrodatná odchylka	0,0055	221,7021	0,0008	0,0093	0,0445	0,1012

Příloha 4

Anova: jeden faktor

Měrná tepelná vodivost b [W/m.s^{1/2}/m²K]

Faktor

<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>
Sloupec 1	5	0,652	0,130	0,003
Sloupec 2	5	0,539	0,108	0,001
Sloupec 3	5	0,674	0,135	0,003
Sloupec 4	5	0,584	0,117	0,003
Sloupec 5	5	0,539	0,108	0,003
Sloupec 6	5	0,487	0,097	0,001
Sloupec 7	5	0,911	0,182	0,002

ANOVA

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	0,024	6,000	0,004	1,712	0,155	2,445
Všechny výběry	0,066	28,000	0,002			

Celkem	0,090	34,000
--------	-------	--------

Anova: jeden faktor

Tepelná jímavost λ [W/m.K]

Faktor

<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>
Sloupec 1	5	2994	598,8	62868,7
Sloupec 2	5	2843	568,6	42305,8
Sloupec 3	5	2687	537,4	80919,3
Sloupec 4	5	3253	650,6	151715,8
Sloupec 5	5	2815	563	110356
Sloupec 6	5	2306	461,2	46765,7
Sloupec 7	5	4022	804,4	49151,8

ANOVA

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	349218,7	6	58203,12	0,748823	0,615452	2,445
Všechny výběry	2176332	28	77726,16			

Celkem	2525551	34
--------	---------	----

Anova: jeden faktor

Plošný odpor vedení tepla r [m².K/W]

Faktor

<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>
Sloupec 1	5	0,038	0,008	8,48E-05
Sloupec 2	5	0,054	0,011	0,00013
Sloupec 3	5	0,051	0,010	7,25E-05
Sloupec 4	5	0,053	0,011	0,000125
Sloupec 5	5	0,044	0,009	5,49E-05
Sloupec 6	5	0,045	0,009	1,29E-05
Sloupec 7	5	0,014	0,003	5,8E-07

ANOVA

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	0,000	6,000	0,000	0,548	0,767	2,445
Všechny výběry	0,002	28,000	0,000			

Celkem	0,002	34,000
--------	-------	--------

Příloha 5

Litex

1. Měření	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ⁻²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost [%]
1	0,69	-	0,0035	0,0310	0,1990	1,01	16,6733	100
2	0,67	-	0,0039	0,0180	0,1740	1,06	15,0658	90
3	0,69	929	0,0052	0,0200	0,1310	1,03	13,9156	83
4	0,69	920	0,0053	0,0200	0,1310	1,06	12,6788	76
5	0,67	627	0,0071	0,0230	0,0953	0,804	11,727	70
6	0,68	792	0,0055	0,0240	0,1230	1,06	10,8568	65
7	0,7	759	0,0056	0,0270	0,1250	1,06	10,2768	62
8	0,69	518	0,0076	0,0310	0,0907	0,75	9,8353	59
9	0,7	644	0,0063	0,0300	0,1110	1,03	9,3306	56
10	0,72	413	0,0092	0,0360	0,0785	0,646	8,9417	54

2. Měření	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ⁻²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost [%]
1	0,69	-	0,0027	0,0200	0,2580	1,06	16,7863	100
2	0,69	-	0,0040	0,0200	0,1720	1,06	14,9912	89
3	0,69	840	0,0047	0,0300	0,1460	0,997	13,3771	80
4	0,7	726	0,0051	0,0350	0,1360	0,944	11,8194	70
5	0,72	647	0,0069	0,0260	0,1050	0,839	10,9923	65
6	0,69	589	0,0055	0,0450	0,1250	0,871	10,2208	61
7	0,71	504	0,0062	0,0510	0,1140	0,789	9,5641	57
8	0,69	497	0,0082	0,0290	0,0846	0,729	9,1769	55
9	0,72	427	0,0090	0,0350	0,0800	0,648	8,7596	52
10	0,71	430	0,0087	0,0360	0,0817	0,689	8,5186	51

3. Měření	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ⁻²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost [%]
1	0,73	-	0,0032	0,0240	0,3100	1,06	18,2792	100
2	0,79	-	0,0043	0,0310	0,1830	1,05	16,3935	90
3	0,73	-	0,0046	0,0240	0,1590	1,06	14,9494	82
4	0,75	724	0,0063	0,0260	0,1160	0,819	13,6062	74
5	0,73	845	0,0055	0,0250	0,1330	1,06	12,7344	70
6	0,71	598	0,0071	0,0280	0,1000	0,755	11,9583	65
7	0,72	616	0,0059	0,0390	0,1220	0,848	11,2182	61
8	0,76	538	0,0078	0,0330	0,0974	0,741	10,7242	59
9	0,73	675	0,0064	0,0290	0,1150	0,994	10,2216	56
10	0,71	660	0,0064	0,0280	0,1110	1,01	9,8113	54

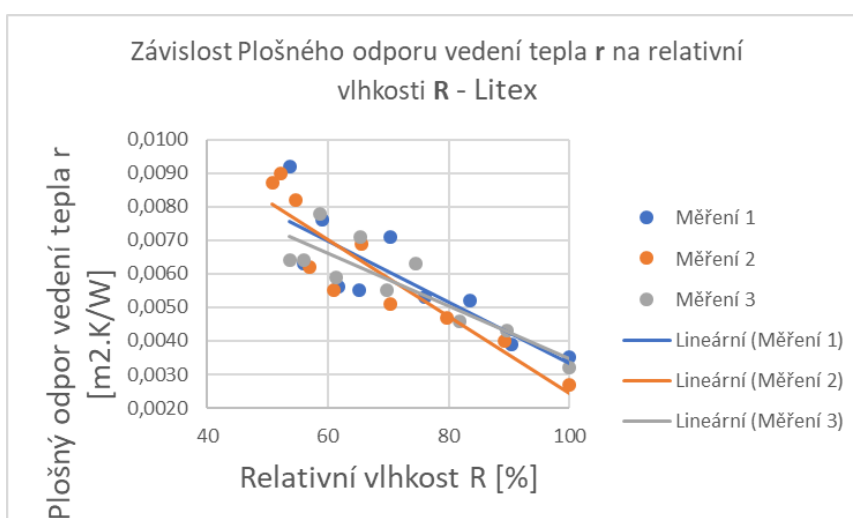
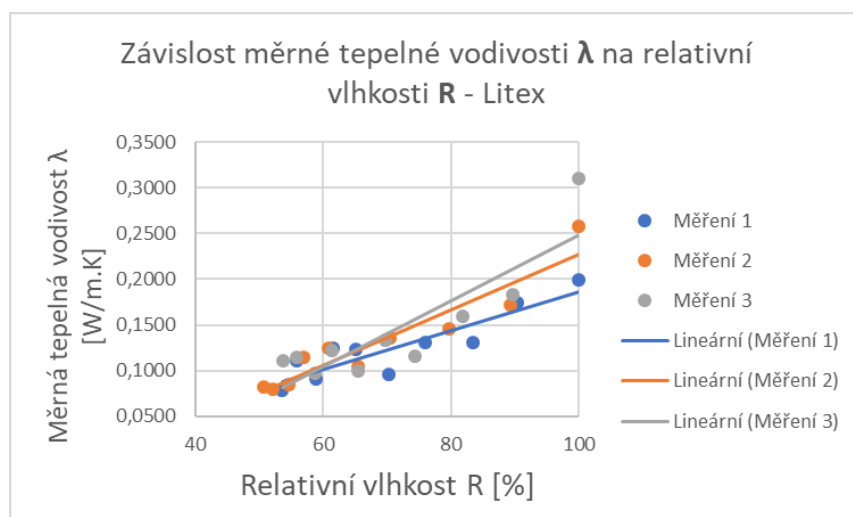
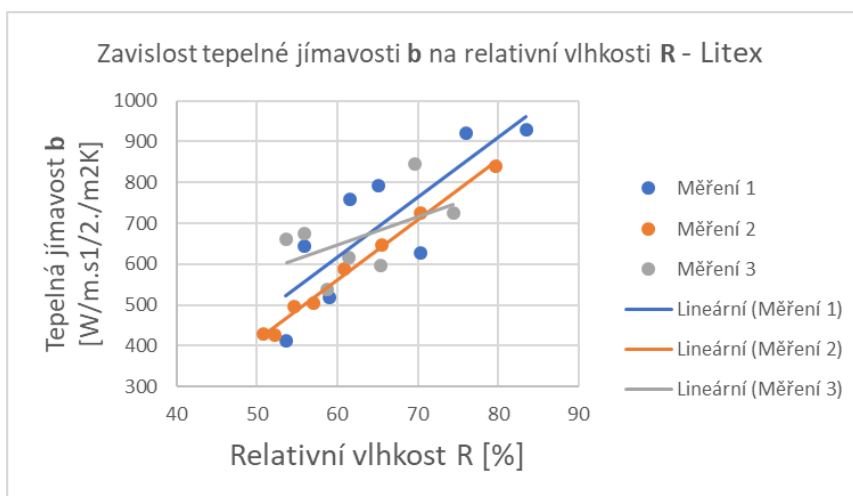
Eleven

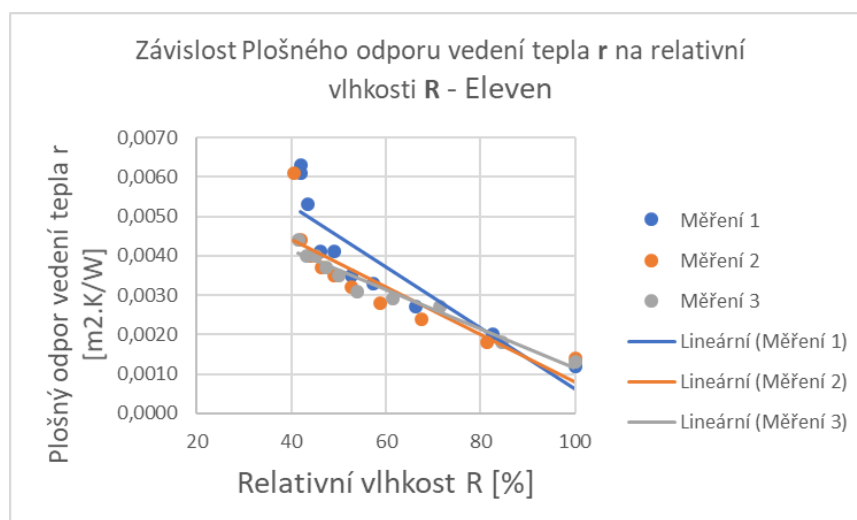
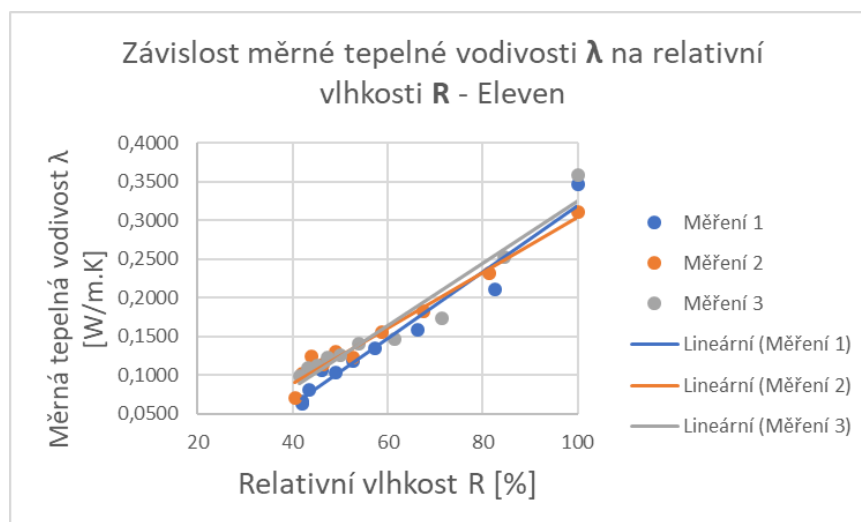
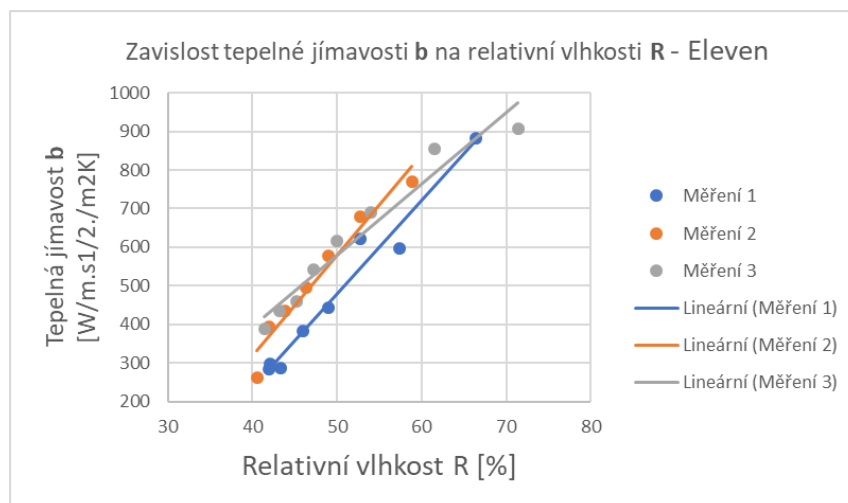
1. Měření	Tloušťka h [mm]	Tepelná jí mavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost [%]
1	0,41	-	0,0012	0,0190	0,3460	1,06	11,1329	100
2	0,43	-	0,0020	0,0260	0,2110	1,06	9,2063	83
3	0,43	883	0,0027	0,0320	0,1590	1,06	7,3884	66
4	0,44	598	0,0033	0,0500	0,1340	0,969	6,3897	57
5	0,42	622	0,0035	0,0360	0,1180	1,05	5,8751	53
6	0,42	444	0,0041	0,0550	0,1040	0,835	5,4552	49
7	0,44	383	0,0041	0,0780	0,1070	0,802	5,1242	46
8	0,43	288	0,0053	0,0800	0,0814	0,736	4,8286	43
9	0,41	297	0,0063	0,0490	0,0656	0,723	4,6829	42
10	0,42	284	0,0061	0,0500	0,0635	0,714	4,6697	42

2. Měření	Tloušťka h [mm]	Tepelná jí mavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost [%]
1	0,43	-	0,0014	0,0200	0,3110	1,06	11,9045	100
2	0,42	-	0,0018	0,0290	0,2310	1,06	9,6841	81
3	0,44	-	0,0024	0,0300	0,1820	1,06	8,0422	68
4	0,44	770	0,0028	0,0410	0,1560	1,06	7,0057	59
5	0,39	679	0,0032	0,0330	0,1230	0,949	6,283	53
6	0,46	579	0,0035	0,0510	0,1300	1,01	5,8271	49
7	0,42	495	0,0037	0,0530	0,1140	0,911	5,5117	46
8	0,5	434	0,0040	0,0820	0,1240	0,869	5,2241	44
9	0,45	394	0,0044	0,0670	0,1020	0,834	4,9875	42
10	0,43	263	0,0061	0,0730	0,0711	0,759	4,8248	41

3. Měření	Tloušťka h [mm]	Tepelná jí mavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost [%]
1	0,47	-	0,0013	0,0270	0,3580	1,06	12,806	100
2	0,46	-	0,0018	0,0310	0,2530	1,06	10,8297	85
3	0,48	908	0,0027	0,0370	0,1740	1,06	9,1393	71
4	0,42	856	0,0029	0,0290	0,1460	1,06	7,8721	61
5	0,43	690	0,0031	0,0410	0,1400	0,983	6,9106	54
6	0,43	615	0,0035	0,0410	0,1250	1,05	6,4058	50
7	0,46	543	0,0037	0,0510	0,1230	0,976	6,0517	47
8	0,44	459	0,0040	0,0600	0,1120	0,885	5,7912	45
9	0,44	434	0,0040	0,0640	0,1090	0,858	5,5291	43
10	0,43	387	0,0044	0,0640	0,0982	0,812	5,3027	41

Příloha 6





Příloha 7

Litex

Měření 1	Počet dávek	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost [%]
1	1	0,81	274	0,0106	0,0780	0,0767	0,617	5,9998	3
2	1	0,74	450	0,0082	0,0400	0,0903	0,763	6,0982	4
3	1	0,77	423	0,0085	0,0450	0,0902	0,758	6,2071	6
4	1	0,78	423	0,0088	0,0440	0,0883	0,716	6,2942	8
5	1	0,72	472	0,0079	0,0370	0,0909	0,787	6,3859	9
6	1	0,77	442	0,0085	0,0420	0,0906	0,741	6,4803	11
7	1	0,78	468	0,0082	0,0410	0,0947	0,754	6,5605	12
8	1	0,77	539	0,0075	0,0360	0,1020	0,835	6,6349	14
9	1	0,7	564	0,0077	0,0260	0,0909	0,856	6,7102	15
10	1	0,77	527	0,0074	0,0390	0,1040	0,823	6,7667	16
11	2	0,71	584	0,0077	0,0250	0,0930	0,879	6,9839	20
12	3	0,77	599	0,0071	0,0330	0,1090	0,928	7,2551	24
13	4	0,71	738	0,0065	0,0220	0,1100	1,000	7,7265	32
14	5	0,75	762	0,0066	0,0290	0,1290	0,979	8,2714	42

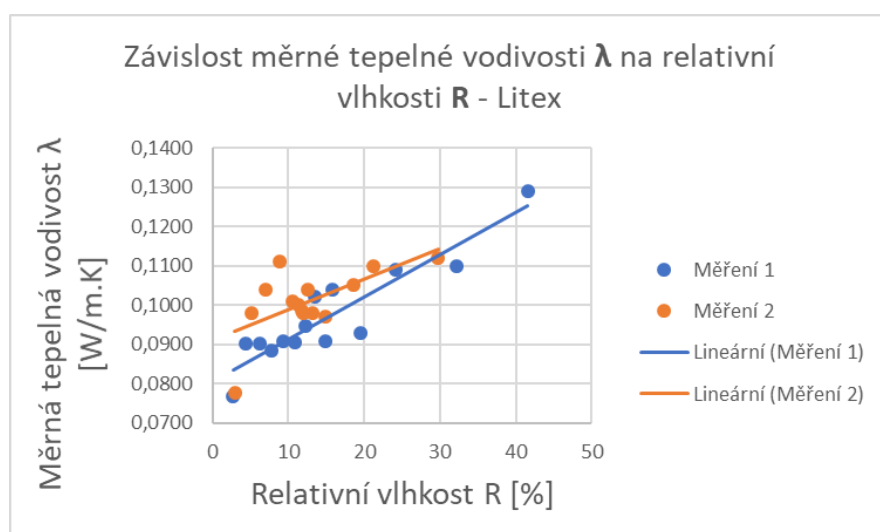
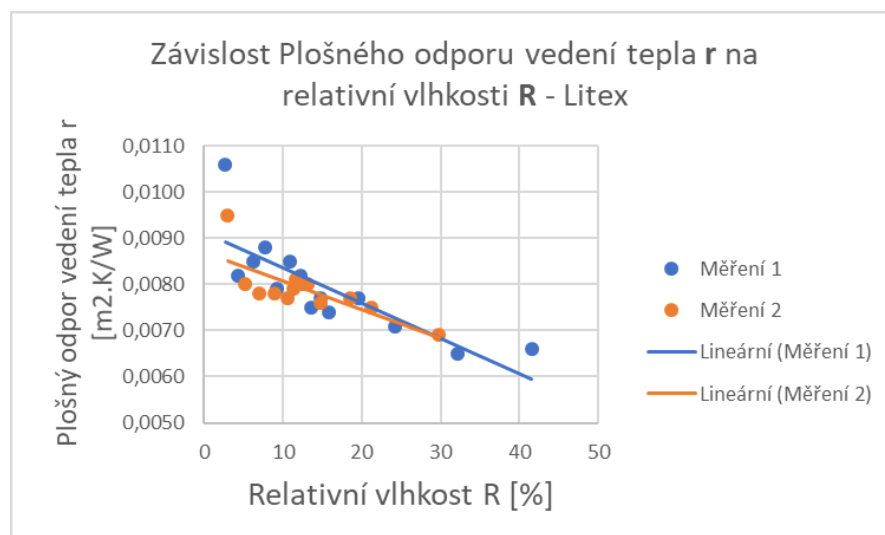
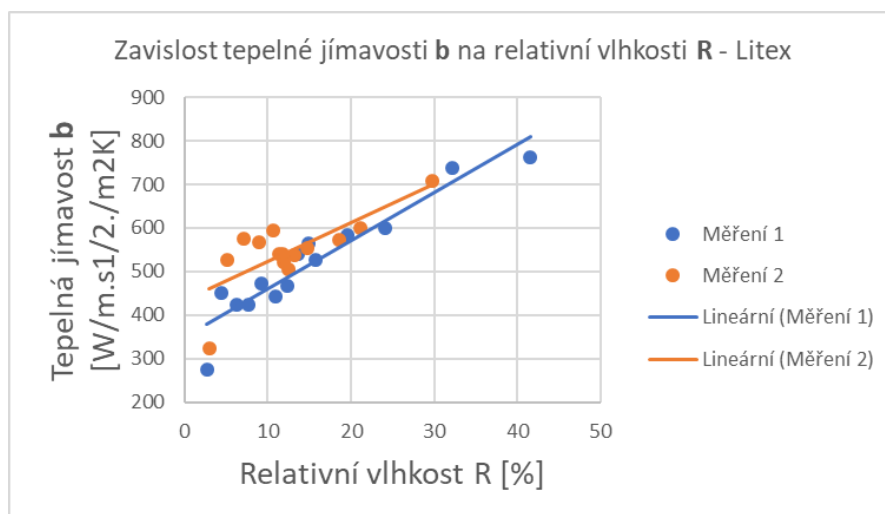
Měření 2	Počet dávek	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost [%]
1	1	0,74	325	0,0095	0,0570	0,0777	0,709	5,8869	3
2	1	0,79	527	0,0080	0,0350	0,0979	0,898	6,0101	5
3	1	0,81	575	0,0078	0,0320	0,1040	0,948	6,1191	7
4	1	0,86	568	0,0078	0,0380	0,1110	0,957	6,2251	9
5	1	0,78	594	0,0077	0,0290	0,1010	0,911	6,3235	11
6	1	0,79	540	0,0079	0,0340	0,0999	0,806	6,3682	11
7	1	0,79	539	0,0081	0,0340	0,0986	0,894	6,3864	12
8	1	0,79	522	0,0080	0,0350	0,0980	0,825	6,3962	12
9	1	0,83	504	0,0080	0,0430	0,1040	0,807	6,4319	13
10	1	0,79	538	0,0080	0,0330	0,0980	0,905	6,4714	13
11	2	0,73	554	0,0076	0,0310	0,0969	0,911	6,5633	15
12	3	0,81	574	0,0077	0,0330	0,1050	0,853	6,7765	19
13	4	0,82	601	0,0075	0,0330	0,1100	0,968	6,927	21
14	5	0,77	709	0,0069	0,0250	0,1120	1,01	7,4192	30

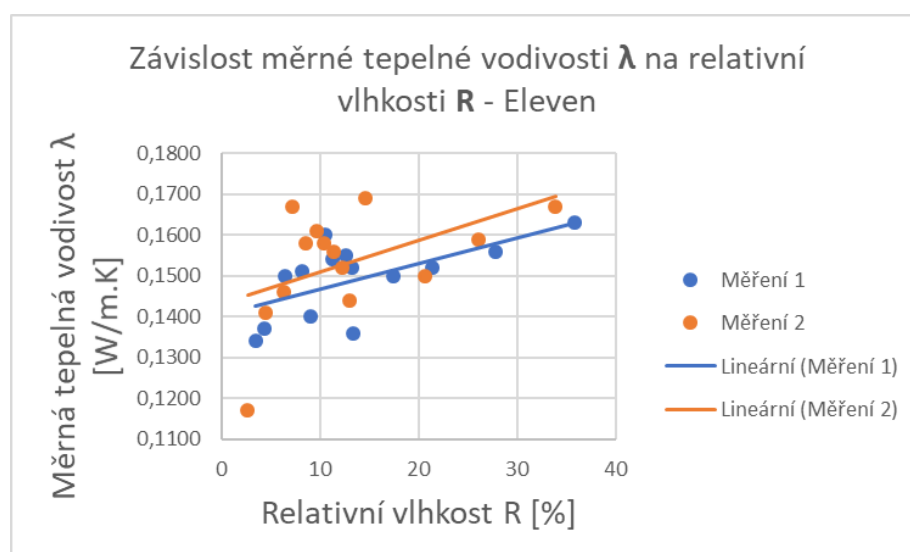
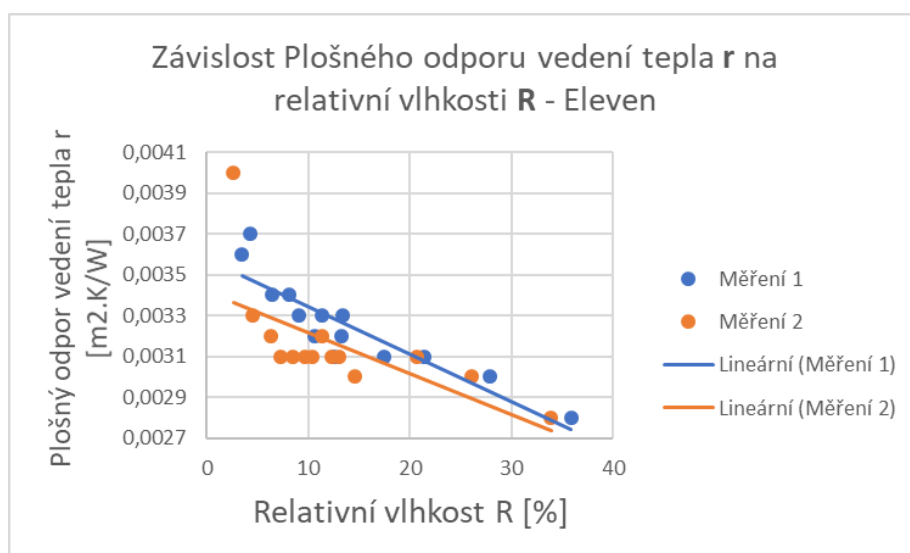
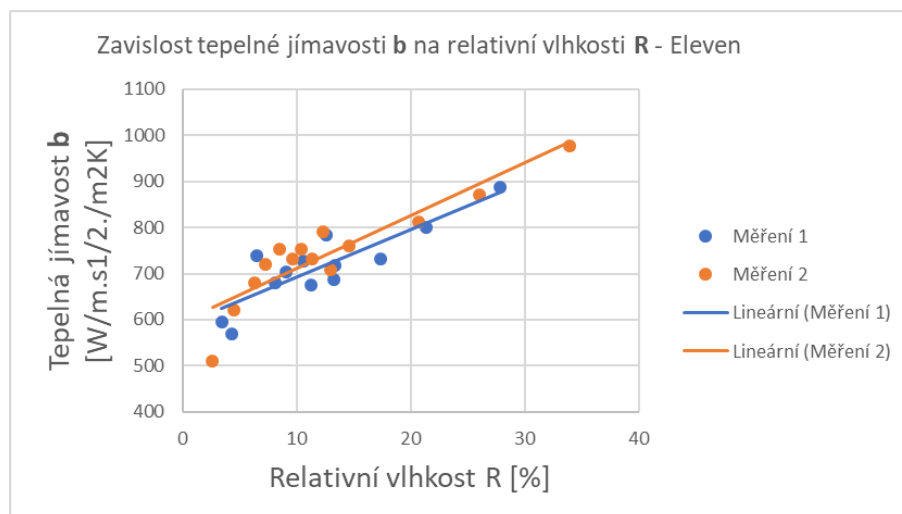
Eleven

Měření 1	Počet dávek	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} /m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost [%]
1	1	0,48	595	0,0036	0,0510	0,1340	1,06	4,7778	3
2	1	0,5	569	0,0037	0,0580	0,1370	1,05	4,8174	4
3	1	0,5	739	0,0034	0,0410	0,1500	1,06	4,9177	6
4	1	0,51	680	0,0034	0,0490	0,1510	1,06	4,9948	8
5	1	0,46	704	0,0033	0,0400	0,1400	1,06	5,0383	9
6	1	0,51	728	0,0032	0,0480	0,1600	1,06	5,107	11
7	1	0,51	675	0,0033	0,0520	0,1540	1,06	5,1403	11
8	1	0,48	784	0,0031	0,0390	0,1550	1,06	5,1995	13
9	1	0,48	686	0,0032	0,0490	0,1520	1,06	5,2313	13
10	1	0,44	718	0,0033	0,0360	0,1360	1,06	5,238	13
11	2	0,46	731	0,0031	0,0420	0,1500	1,06	5,4232	17
12	3	0,47	800	0,0031	0,0360	0,1520	1,06	5,6048	21
13	4	0,46	887	0,0030	0,0310	0,1560	1,06	5,9056	28
14	5	0,46	-	0,0028	0,0260	0,1630	1,06	6,275	36

Měření 2	Počet dávek	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} /m ² K]	Plošný odpor vedení tepla r [m ² .K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm ²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost [%]
1	1	0,47	510	0,0040	0,0520	0,1170	1,06	5,1246	3
2	1	0,47	621	0,0033	0,0520	0,1410	1,06	5,2177	4
3	1	0,46	680	0,0032	0,0460	0,1460	1,06	5,3091	6
4	1	0,52	720	0,0031	0,0540	0,1670	1,06	5,3546	7
5	1	0,48	754	0,0031	0,0440	0,1580	1,06	5,4183	8
6	1	0,5	733	0,0031	0,0480	0,1610	1,06	5,4745	10
7	1	0,49	754	0,0031	0,0440	0,1580	1,06	5,5121	10
8	1	0,49	732	0,0032	0,0450	0,1560	1,06	5,5599	11
9	1	0,47	792	0,0031	0,0370	0,1520	1,06	5,6072	12
10	1	0,45	708	0,0031	0,0420	0,1440	1,06	5,6406	13
11	2	0,5	760	0,0030	0,0490	0,1690	1,06	5,724	15
12	3	0,46	812	0,0031	0,0340	0,1500	1,06	6,0276	21
13	4	0,48	870	0,0030	0,0340	0,1590	1,06	6,2962	26
14	5	0,46	978	0,0028	0,2900	0,1670	1,06	6,6872	34

Příloha 8





Příloha 9

Litex	Počet dávek	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m²K]	Plošný odpor vedení tepla r [m².K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m².s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost vzorku [%]
1	0	0,82	164	0,0152	0,1100	0,0540	453	5,9912	0
2	6	0,77	483	0,0082	0,0380	0,0940	0,761	6,5466	9
3	6	0,76	565	0,0080	0,0280	0,0947	0,785	7,2584	21
4	6	0,77	719	0,0069	0,0240	0,1110	0,916	8,1356	36
5	6	0,77	739	0,0070	0,0220	0,1100	0,938	8,8596	48
6	6	0,79	760	0,0068	0,0240	0,1170	0,935	9,6433	61
7	6	0,77	716	0,0053	0,0490	0,1590	0,903	10,4355	74
8	6	0,85	831	0,0064	0,0260	0,1340	0,969	10,9866	83
9	6	0,75	882	0,0061	0,0190	0,1230	1,01	11,6804	95
10	6	0,8	923	0,0060	0,0210	0,1330	1,05	12,3719	100

Eleven	Počet dávek	Tloušťka h [mm]	Tepelná jímavost b [W/m.s ^{1/2} ./m²K]	Plošný odpor vedení tepla r [m².K/W]	Měrná teplotní vodivost a [m².s ⁻¹]	Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]	Tepelný tok q [Wm²]	Hmotnost vzorku M [g]	Relativní vlhkost vzorku [%]
1	0	0,42	240	0,0076	0,0530	0,0552	0,713	4,6211	0
2	6	0,44	871	0,0032	0,0250	0,1370	1,06	5,3881	17
3	6	0,41	964	0,0031	0,0190	0,1330	1,06	5,9868	30
4	6	0,47	813	0,0030	0,0370	0,1570	1,06	6,6151	43
5	6	0,44	859	0,0029	0,0320	0,1530	1,06	7,0864	53
6	6	0,42	876	0,0028	0,0300	0,1510	1,06	7,5336	63
7	6	0,42	977	0,0027	0,0260	0,1580	1,06	7,9222	71
8	6	0,42	959	0,0026	0,0290	0,1630	1,06	8,0984	75
9	6	0,42	957	0,0026	0,0290	0,1620	1,06	8,3308	80
10	6	0,42	951	0,0026	0,0300	0,1640	1,06	8,4423	83